

Zur Vermittlungsrolle von Naturwissen- schaftsdidaktik in der forschungsbasier- ten Wissenschaftskommunikation

**Stakeholderorientierte Weiterentwicklung eines
Outreach-Formates für Schulen am Beispiel der
Metaorganismus-Forschung**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Christina Claussen

Kiel, 2023

Erste Gutachterin: Frau Prof. Dr. Dr. h.c. Ilka Parchmann

Zweite Gutachterin: Frau Prof. Dr. Kerstin Kremer

Tag der mündlichen Prüfung: 28. November 2023

„Siehst Du, Momo“, sagte er, „es ist so: Manchmal hat man eine sehr lange Straße vor sich. Man denkt, die ist so schrecklich lang, die kann man niemals schaffen, denkt man.“ Er blickte eine Weile schweigend vor sich hin, dann fuhr er fort: „Und dann fängt man an, sich zu eilen. Und man eilt sich immer mehr. Jedes Mal, wenn man aufblickt, sieht man, dass es gar nicht weniger wird, was noch vor einem liegt. Und man strengt sich noch mehr an, man kriegt es mit der Angst zu tun, und zum Schluss ist man ganz aus der Puste und kann nicht mehr. Und die Straße liegt immer noch vor einem. So darf man es nicht machen!“ Er dachte einige Zeit nach. Dann sprach er weiter: „Man darf nie an die ganze Straße auf einmal denken, verstehst Du? Man muss nur an den nächsten Schritt denken, den nächsten Atemzug, den nächsten Besenstrich. Und immer wieder nur den nächsten.“ Wieder hielt er inne und überlegte, ehe er hinzufügte: „Dann macht es Freude; das ist wichtig, dann macht man seine Sache gut. Und so soll es sein.“

Momo, Michael Ende

Zusammenfassung

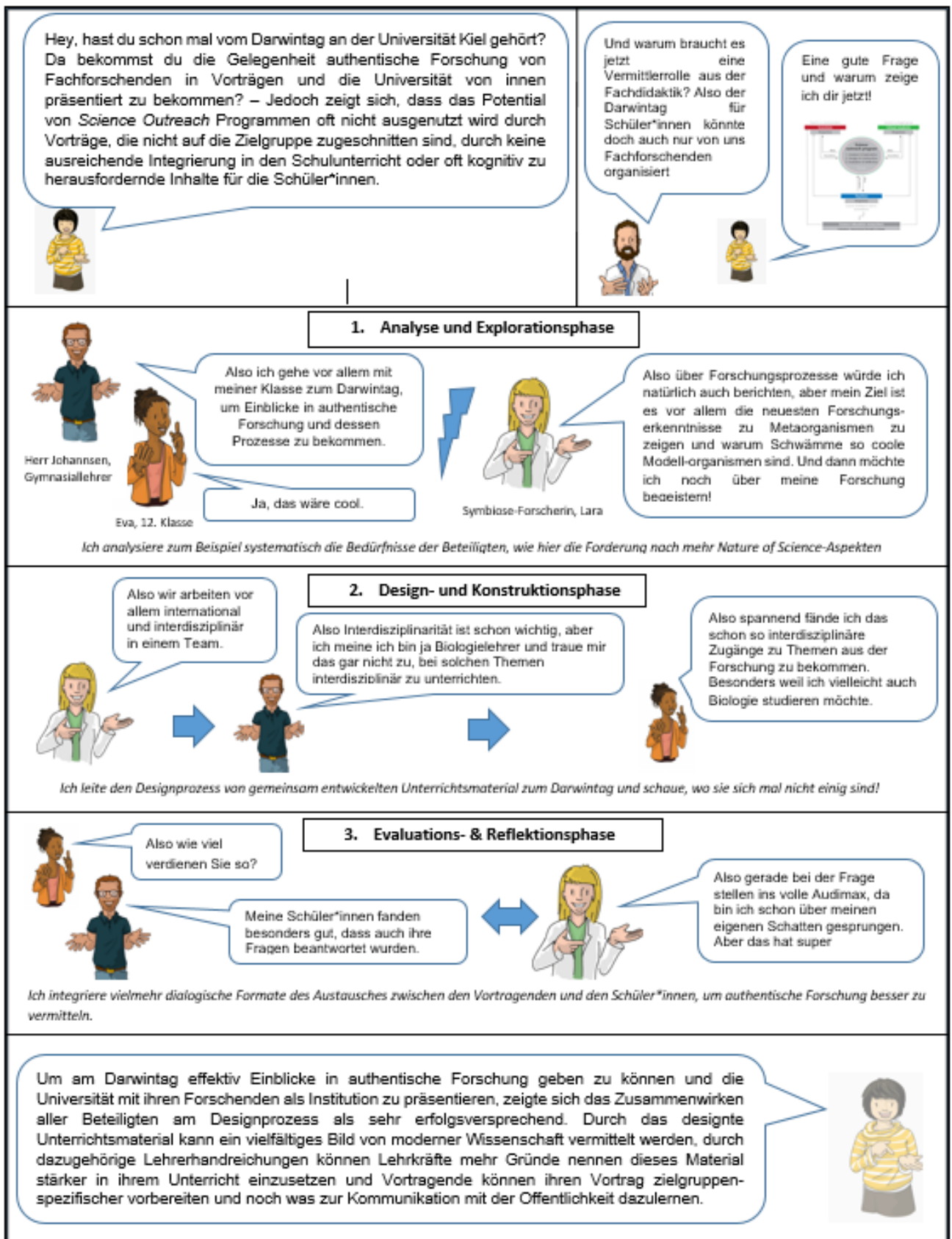
Die Vermittlung zwischen Wissenschaft und Teilen der Gesellschaft nimmt in einer zunehmend wissenschaftsgeleiteten Welt mit demokratischen Entscheidungsprozessen einen immer höheren Stellenwert ein und zeigt sich z.B. an zahlreichen Initiativen von *Science Outreach* Programmen. Mit der Vermittlungsrolle zur Verbesserung von *Science Outreach* Programmen beschäftigen sich auch die Forschungstraditionen der Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik, die häufig separat agieren, anstatt Synergien in gemeinsame Forschungstheorien und Modelle zu bündeln. Es gibt daher wenige Studien, die eine Verknüpfung von Modellen und Theorien der Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation anstreben und Kommunikationsformate durch forschungsbasiertes und stakeholderorientiertes Design von *Science Outreach* Programmen effizienter und zielgruppenspezifischer gestalten möchten. In dieser Arbeit wurde diese theoretische Verknüpfung aus dem *Modell der Didaktischen Rekonstruktion* und dem Kommunikationsmodell *Public Engagement with Science – A Visual Model* durch das selbst entwickelte „Vier-Perspektiven-Modell einer forschungsbasierten und stakeholderorientierten Wissenschaftskommunikation“ hergestellt und praktisch am *Darwintag* der Kieler Universität, einem etablierten *Science Outreach* Programm, ausgeführt. Hierfür wurden mit Hilfe eines *Design-based research*-Ansatzes drei Studien durchgeführt, die die Phasen der Analyse und Exploration von Bedürfnissen der Teilnehmenden inkludierten, das kooperative Design und die Konstruktion von Bildungsprodukten beinhaltete und die Reflexion der Bildungsprodukte bei mehreren *Darwintagen* mit einschloss. Ausgehend von den Forschungsfragen und dem Design der Studien wurde ein *Mixed Methods* Ansatz bestehend aus Fragebögen und Interviews angewendet. Die Ergebnisse deuten an, dass der kombinierte Einsatz von quantitativen (Fragebögen) und qualitativen Methoden (Interviews) zur systematischen Erfassung, Entwicklung und Reflexion gemeinschaftlich entwickelter Bildungsprodukte zum einen tiefergehende Einblicke in die Bedürfnisse von Teilnehmenden gewährt. Zum anderen ermöglichte er die Entwicklung zielgruppenspezifischer und effektiver Bildungsprodukte wie Unterrichtsmaterialien mit Lehrerhandreichungen, Gestaltungshinweise oder Vorträge. Die Ergebnisse aus der ersten Studie zeigen, dass die Zielgruppe erwartete, mehr Einblicke in den Forschungsprozess von Naturwissenschaftler*innen zu erhalten. Die Vortragenden gaben hingegen als priorisiertes Ziel zum *Darwintag* an, das Publikum für Wissenschaft zu begeistern und Inhalte zu ihrer Forschung vermitteln zu wollen. In der zweiten Studie zum kooperativen und iterativen Designprozess zeigte sich unter anderem, dass bei den Befragten vor allem sozial-institutionelle Aspekte von Forschung wenig Einzug in den Schulunterricht erhalten hatten und zur authentischen Vermittlung von Forschung besonders offene Forschungsfragen, interdisziplinäre Arbeitsweisen oder Misserfolge in der Wissenschaft interessante Themen für das Unterrichtsmaterial wären. Hierfür wurden unterschiedliche Einschätzungen zu inhaltlichen Konzepten in Form von „Deutungsräumen“ herausgearbeitet, wie z.B. die Thematisierung von offenen Forschungsfragen, die Wissenschaftler*innen und Schüler*innen im *Science Outreach* als sehr spannend und wichtig wahrnahmen, aber Lehrkräfte ihre Skepsis äußerten z.B. bei der Umsetzung im Unterrichtsmaterial und dem Umgang mit fehlenden oder eindeutigen Antworten. Bezogen auf Fachinhalte zeigte sich z.B., dass das schlechte Image von Mikroorganismen sowohl bei Lernenden als auch explizit bei Lehrkräften noch vorhanden ist. Lehrkräfte nahmen die entwickelten Lehrerhandreichungen als niedrigschwellig, hilfreich und übersichtlich wahr. Reflexionsinterviews deuteten zudem an vielen Stellen an, dass die Gestaltungshinweise in den Vorträgen umgesetzt wurden. Insgesamt zeigte sich, dass die Naturwissenschaftsdidaktik eine gewinnbringende Vermittlungsrolle in der Leitung des Designprozesses von Unterstützungsmaterialien einnehmen konnte, unterschiedliche „Deutungsräume“ aufzeigen konnte, Kommunikationsformate von vornehmlich einseitig geprägten zu dialogisch geprägter Kommunikation maßgeblich mitgestaltete sowie inhaltliche Brückenkonzepte wie *Nature of Science*-Modelle systematisch einführte.

Abstract

In an increasingly knowledge-driven world with democratic decision-making processes, the mediation between science and parts of society is becoming more and more important and is reflected e.g. in numerous initiatives of science outreach programmes. The mediating role to improve science outreach programmes is also addressed by the research traditions of science communication and science education, which often rather act separately from each other instead of bundling their synergies into common research theories and models. Therefore, there are few studies that aim to link models and theories of science education and science communication and systematically design science outreach programmes to be more efficient and target group specific through research-based and stakeholder-oriented design. In this thesis, this theoretical link between the '*model of didactic reconstruction*' and the communication model '*public engagement with science - a visual model*' was established through the self-developed '*four-perspective model of research-based and stakeholder-oriented science communication*' and practically implemented at the Darwin Day of Kiel University as an exemplary science outreach programme. For this purpose, three studies were conducted using a design-based research approach, which required the phases of analysis and exploration of the participants' needs, included the cooperative design and construction of educational products, and involved the reflection of the educational products at several Darwin Days. Based on the research questions and the design of the studies, a mixed methods approach consisting of questionnaires and interviews was used. The results of the method suggest that the combined use of quantitative (questionnaires) and qualitative methods (interviews) to systematically collect, develop and reflect on collaboratively developed educational products on the one hand provides deeper insights into the needs of the participants and on the other hand creates target group specific and effective educational products such as teaching materials with teacher guides, design notes or presentations on Darwin Day. The results from the first study indicate that the target group's central expectation was to gain more insights into the research process from natural scientists and prioritised less the latest information on new research content. The speakers stated that their priority goal for Darwin Day was to get the audience excited about science and to communicate content about their research. With regard to the second study on the cooperative and iterative design process, it became apparent, among other things, that among the interviewees, social-institutional aspects of research in particular had received little input in school lessons and that for the authentic communication of research, especially open research questions, interdisciplinary working methods or failures in science would be interesting topics for the teaching material. For this purpose, different assessments of content-related concepts worked out in the form of "interpretation spaces", such as the thematisation of open research questions, which scientists and students perceived as very exciting and important in science outreach, but teachers expressed their scepticism, e.g. about the implementation in the teaching material and the handling of missing or clear answers. With regard to subject content, it became apparent that the poor image of microorganisms still exists to a large extent among the target group of teachers and learners and was expressed in particular by teachers. With regard to reflection interviews with teachers on the designed educational products, the teacher handouts were perceived as low-threshold, helpful and clear. The same was true of the reflection interviews on the design instructions to the lecturers, which in many places gave concrete indications that the design guidelines were implemented in the lectures. Overall, it became apparent that the mediator role of science education was able to take on decisive functions in the management of the design process of teaching materials, decisively helped to shape communication formats from primarily one-way to dialogue-based communication, systematically introduced and shaped content-related bridge concepts such as *Nature of Science* models, and carried out translation work in the form of 'interpretation spaces.

Graphical Abstract

Graphical Abstract: Die Funktion der fachdidaktischen Vermittlerrolle bei Science Outreach Veranstaltungen wie dem Darwintag



Inhaltsverzeichnis

<i>Zusammenfassung</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>Grapical Abstract</i>	
I. VERZEICHNISSE	
<i>Tabellenverzeichnis</i>	
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	
II. EINLEITUNG	1
III. THEORETISCHER HINTERGRUND.....	4
1 <i>Science Outreach</i> Programme und ihre Beforschung durch Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik	4
1.1 <i>Allgemeines zu Science Outreach</i>	4
1.2 <i>Die Beforschung von Science Outreach Programmen durch Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik</i>	5
1.3 <i>Forschungspotenzial für die weiteren Zusammenarbeit von Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation bei Science Outreach Programmen</i>	7
1.3.1 <i>Die forschungsbasierte Auseinandersetzung mit Science Outreach Programmen aus Sicht der Wissenschaftskommunikation</i>	8
1.3.1.1 <i>Prägende Modelle der Wissenschaftskommunikation – Vom Defizitansatz zu mehr Partizipation</i>	8
1.3.1.2 <i>Ziele der Wissenschaftskommunikation – Die Fokussierung von Quantität zu mehr Qualität von Wissenschaftskommunikation</i>	15
1.3.1.3 <i>Zusammenfassung</i>	19
1.3.2 <i>Die forschungsbasierte Auseinandersetzung mit Science Outreach Programmen aus Sicht der Naturwissenschaftsdidaktik</i>	20
1.3.2.1 <i>Ziele der Naturwissenschaftsdidaktik – Förderung von „scientific literacy“</i>	20
1.3.2.2 <i>Das Modell der didaktischen Rekonstruktion</i>	22
1.3.2.3 <i>Zusammenfassung</i>	26
1.4 <i>Herausforderungen in der Vermittlung zwischen Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik</i>	27
1.5 <i>Vermittlung von inhaltsbezogenen Brückenkonzepte durch Nature of Science- Ansätze</i>	29
1.5.1 <i>Herausbildung „traditioneller“ Ansätze der Nature of Science-Vermittlung</i>	29
1.5.2 <i>Herausbildung neuer Ansätze der Nature of Science-Vermittlung</i>	31
1.6 <i>Vermittlung durch Brückenformate</i>	35
1.6.1 <i>Science Outreach Programme an Universitäten als etabliertes Praxisformat</i>	35
1.6.1.1 <i>Bedürfnisse der wissenschaftlichen Kommunikatoren</i>	36
1.6.1.2 <i>Bedürfnisse der Zielgruppe</i>	38
1.6.1.3 <i>Bedürfnisse weiterer Akteure - Naturwissenschaftsdidaktiker*innen in einer wissenschaftlichen Vermittlungsrolle</i>	42
1.6.2 <i>Die fachdidaktische Begleitung von Science Outreach Veranstaltungen an Universitäten</i>	43
1.6.2.1 <i>Lehrer*innen als schulische Vermittler*innen – Studien zur Nutzung von Outreach-Angeboten</i>	43
1.6.2.2 <i>Didaktische Unterstützung von Wissenschaftler*innen - Kommunikationstrainings</i>	46
2 <i>Der Kieler Darwintag als etabliertes Science Outreach Programm</i>	48

2.1	<i>Fachliche Klärung - Zur historischen Entwicklung in der Beforschung von Mikroorganismen hin zum aktuellen Stand der Metaorganismus-Forschung</i>	50
2.2	<i>Analyse von Lernerpotenzialen - Schülervorstellungen zur Metaorganismus-Forschung</i>	57
2.2.1	Grundlegende Schülervorstellungen zu Mikroorganismen und ihr Zusammenleben	58
2.2.2	Grundlegende Schülervorstellungen zu <i>Nature of Science</i>	59
2.3	<i>Didaktische Strukturierung: Evidenzbasierte Weiterentwicklung von Science Outreach durch Designforschung im Bildungsbereich</i>	61
2.3.1	Definition, Ziele und Charakteristika von Designforschung im Bildungsbereich	62
2.3.2	Herausforderungen der Designforschung im Bildungsbereich	63
2.3.3	Design-based research als etabliertes Paradigma bildungsbezogener Designforschung	65
2.3.4	Co-Design als neuerer Ansatz bildungsbezogener Designforschung	69
IV. DESIDERAT UND FORSCHUNGSLEITENDE FRAGEN		73
V.-VII. STUDIEN DER PROMOTIONSARBEIT		81
3	Studie 1 – Analyse und Exploration	81
3.1	<i>MATERIAL UND METHODEN</i>	81
3.1.1	Qualitativer Befragungsteil: Interviewstudie mit Wissenschaftlern	81
3.1.2	Quantitativer Befragungsteil: Schulbefragung (Schüler*innen & Lehrer*innen)	82
3.2	<i>ERGEBNISSE</i>	84
3.2.1	Voruntersuchungen zu den Bedürfnissen der Teilnehmenden am Darwintag	84
3.2.1.1	Kommunikationsziele der Vortragenden zum Darwintag	84
3.2.1.2	Erwartungen der Schüler*innen zum Darwintag	86
3.2.1.3	Erwartungen der Lehrer*innen an den Darwintag	87
3.2.2	WEITERE ERGEBNISSE zur 1. Studie	88
3.2.2.1	Weitere Interessen der Schüler*innen an der Metaorganismus-Forschung	88
3.2.2.2	Einschätzungen der Lehrkräfte zur Förderung von Schüler*innen am Darwintag	90
3.2.2.3	Einschätzungen der Lehrkräfte zum Einsatz von begleitenden Unterrichtsmaterialien	91
3.2.2.4	Analyse der Fachanforderungen in Biologie für das Bundesland Schleswig-Holstein	94
3.3	<i>FAZIT– Zu den Bedürfnissen der Teilnehmenden am Darwintag</i>	98
4	Studie 2 - Design und Konstruktion	101
4.1	<i>MATERIAL UND METHODEN</i>	102
4.1.1	<i>Durchführung der Studie</i>	102
4.1.1.1	Befragung der Wissenschaftler*innen	102
4.1.1.2	Befragung der Schüler*innen	103
4.1.1.3	Befragung der Lehrer*innen	103
4.1.2	<i>Durchführung der Fokusgruppeninterviews</i>	104
4.1.2.1	Studie mit Wissenschaftler*innen	104
4.1.2.2	Durchführung der Studie mit Lehrer*innen und Schüler*innen	107
4.1.3	<i>Datenanalyse mit qualitativer Inhaltsanalyse im induktiven Verfahren</i>	110
4.1.3.1	Prozess der Kategorienbildung	113
4.1.3.2	Prozess der Kategorienüberprüfung	114
4.2	<i>ERGEBNISSE zu Metaorganismus-Aspekten</i>	115
4.2.1	Aspekt – Beziehungsebene von Mikroorganismen und Wirten	116
4.2.2	Aspekt – Wahrnehmung von Mikroorganismen	121
4.2.3	Aspekt – Didaktische Zugänge positiver Auswirkungen von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen	133
4.3	<i>DEUTUNGSRÄUME zu Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen</i>	144
4.3.1	Beziehungsebene von Bakterien und Wirt	144

4.3.2	Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“ – Wahrnehmung „neutraler“ Bakterien.....	145
4.3.3	Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“ – Allgemeine Wahrnehmung von Bakterien.....	146
4.4	FAZIT – Fokusgruppeninterviews zu Fachinhalten der Metaorganismus-Forschung	147
4.4.1	Fazit zur Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen	147
4.4.2	Fazit zum Stigma “gute vs. schlechte Bakterien“	148
4.4.3	Fazit zu positiven Zugängen zu Mikroorganismen	149
4.5	VERBRÜCKENDE DESIGNRICHTLINIEN ZU FACHINHALTEN DER METAORGANISMUS-FORSCHUNG	150
4.6	UMSETZUNG IN BILDUNGSPRODUKTE ZUM DARWINTAG (Teil 1)	157
4.7	ERGEBNISSE zu Nature of Science-Aspekten	164
4.7.1	Aspekt - Interdisziplinarität von Forschung	164
4.7.2	Aspekt – Vielfältige wissenschaftliche Prozesse und ihre Darstellung	170
4.7.3	Aspekt - Umgang mit ungelösten Problemen in der Wissenschaft.....	180
4.7.4	Übergreifende Analysen innerhalb der schülerzentrierten und lehrerzentrierten Kategoriesysteme	184
4.8	DEUTUNGSRÄUME zu Nature of Science-Aspekten	188
4.8.1	Interdisziplinarität von Forschung – fächerübergreifendes vs. interdisziplinäres Arbeit	188
4.8.2	Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse – Wahrnehmung vom selbstständigen Arbeiten ..	190
4.8.3	Ungelöste Probleme der Wissenschaft – Wahrnehmung von wissenschaftlichen Erkenntnissen 191	
4.8.4	Ungelöste Probleme der Wissenschaft – Unsicherheit der Lehrkraft vs. Schülerinteresse	193
4.9	FAZIT – Fokusgruppeninterviews zu Nature of Science-Aspekten	194
4.9.1	Fazit zur Interdisziplinarität von Forschung.....	194
4.9.2	Fazit zur Vielfalt wissenschaftlicher Prozesse und ihrer Darstellung.....	195
4.9.3	Fazit zu ungelösten Problemen in der Wissenschaft.....	196
4.10	VERBRÜCKENDE DESIGNRICHTLINIEN zu Nature of Science-Aspekten	197
4.11	UMSETZUNG IN BILDUNGSPRODUKTE ZUM DARWINTAG (Teil 2)	207
5	Studie 3 - Reflektion	214
5.1	MATERIAL UND METHODEN	214
5.1.1	Interviewstudie mit vortragenden Wissenschaftler*innen zum Darwintag 2022.....	214
5.1.1.1	Stichprobe der kommunizierenden Wissenschaftler*innen	215
5.1.1.2	Datenerhebung nach dem Darwintag	215
5.1.1.3	Datenanalyse	215
5.1.2	Interviewstudie mit begleitenden Lehrer*innen zum Darwintag 2022	216
5.1.2.1	Stichprobe der Lehrkräfte.....	216
5.1.2.2	Datenerhebung nach dem Darwintag	216
5.1.2.3	Datenanalyse	216
5.1.3	Auswertungsmethode der Interviews mit Wissenschaftler*innen und Lehrkräften entlang von <i>Conjecture Maps</i>	216
5.1.3.1	Generelles Vorgehen bei den Wissenschaftler*innen entlang der <i>Conjecture Map</i>	217
5.1.3.2	Ergebnisse zur Interviewstudie mit begleitenden Lehrkräften zum Darwintag	218
5.1.4	Interviewstudie mit Organisator*innen zum Darwintag.....	220
5.1.4.1	Stichprobe der Organisator*innen.....	220
5.1.4.2	Datenerhebung zum Darwintag	220
5.1.4.3	Datenanalyse	220
5.2	ERGEBNISSE zu den Reflektionsinterviews	221
5.2.1	Ergebnisse zur Interviewstudie mit vortragenden Wissenschaftler*innen zum Darwintag 2022 221	

5.2.2	Ergebnisse zur Interviewstudie mit begleitenden Lehrkräften zum Darwintag	228
5.2.3	Weitere Ergebnisse zum Darwintag	232
5.2.4	Ergebnisse der Organisator*innen des Darwintages.....	234
5.3	FAZIT – Reflektionsinterviews mit Forschenden, Lehrenden und Organisator*innen des Darwintages	238
5.3.1.1	Reflektionsinterviews mit Wissenschaftler*innen	238
5.3.1.2	Reflektionsinterviews mit Lehrkräften	240
5.3.1.3	Reflektionsinterviews mit Organisator*innen	241
VIII.	ABSCHLIESSENDE DISKUSSION	244
6	DISKUSSION	244
6.1	<i>Die Rolle der vermittelnden Meta-Perspektive – Chancen und Herausforderungen in der Vermittlung</i>	244
6.2	<i>Die Funktionen der Vermittlung als "Übersetzend", "Verknüpfend", "Informierend" und "Transformierend"</i>	248
6.3	<i>Die Weiterentwicklung des Formates zum Darwintag anhand von Kernkompetenzen effektiver Wissenschaftskommunikation</i>	254
7	LIMITATIONEN UND AUSBLICK	260
8	IMPLIKATIONEN	268
9	GESAMTFAZIT	272
IX.	LITERATURVERZEICHNIS	275
X.	ANHANG	292
	<i>Anhang A: Link zu den Unterrichtsmaterialien zum Darwintag</i>	292
	<i>Anhang B: Interviews der vortragenden Wissenschaftler*innen am Darwintag 2019 (Studie 1)</i>	293
	<i>Anhang C: Transkriptionsregeln für die Interviews und Fokusgruppeninterviews zum Darwintag</i>	340
	<i>Anhang D: Fragebogen (prä/post) an die teilnehmenden Schüler*innen zum Darwintag 2019 (Studie 1)</i> 342	
	<i>Anhang E: Fragebogen an die Lehrkräfte (prä) zum Darwintag 2019 (Studie 1)</i>	356
	<i>Anhang F: Weitere Ergebnisauswertung der Explorationsstudie (Studie 1)</i>	360
	<i>Anhang G: Kodierleitfaden für die Qualitative Inhaltsanalyse der Fokusgruppeninterviews (Studie 2)</i>	361
	<i>Anhang H: Interviewdaten der Schüler*innen (Studie 2)</i>	367
	<i>Anhang I: Interviewdaten der Lehrer*innen (Studie 2)</i>	414
	<i>Anhang J: Ausführliche Darstellung des Categoriesystems zu Nature of Science Aspekten (Studie 2)</i>	447
	<i>Anhang K: Ausführliche Darstellung des Categoriesystems zu Fachinhalten der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen (Studie 2)</i>	491
	<i>Anhang L: Interviews der Lehrkräfte (Studie 3)</i>	526
	<i>Anhang M: Interviews der Wissenschaftler*innen (Studie 3)</i>	555
	<i>Anhang N: Interviews der Organisator*innen (Studie 3)</i>	575
	DANKSAGUNG	581
	PUBLIKATIONEN UND PRÄSENTATIONEN	583
	ABSCHLUSSPLADOYER FÜR WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION	585

I. VERZEICHNISSE

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. 12 Indikatoren von Qualität nach Olesk et al. (2021).....	17
Tabelle 2. Leitende Inhalte der „traditionellen“ NOS-Ansätze – adaptiert nach Sattelkau, 2021, S. 31-32.....	30
Tabelle 3. Übersicht zum Darwintag an der CAU Kiel	48
Tabelle 4. Charakteristika von Design-based research-Forschung im Bildungsbereich (adaptiert nach Roschelle & Penuel, 2006).....	66
Tabelle 5. Charakteristika von Co-Design Forschung im Bildungsbereich (Adaptiert nach Penuel, Roschelle & Shechtman, 2006)	70
Tabelle 6. Allgemeine Kommunikationsziele von Wissenschaftler*innen für den Darwintag eingeordnet nach der Kategorisierung von Dudo und Besley (2016)	85
Tabelle 7. Erwartungen der Schüler*innen gegenüber dem Darwintag an der CAU Kiel.....	86
Tabelle 8. Erwartungen und Bewertungen der Lehrkräfte gegenüber dem Darwintag an der CAU Kiel	88
Tabelle 9. Items zu den Interessen der Schüler*innen hinsichtlich von Themen der Metaorganismus-Forschung	89
Tabelle 10. Einschätzungen der Lehrkräfte zur Förderung von unterschiedlichen Schüler*innen durch den Darwintag	90
Tabelle 11. Allgemeine Angaben zur Stichprobe der Fokusgruppeninterviews	103
Tabelle 12. Aufbau des Kodierprozesses aus der induktiven zusammenfassenden Inhaltsanalyse zum Fachinhalt der Metaorganismus-Forschung.....	112
Tabelle 13. Aufbau des Kodierprozesses aus der induktiven zusammenfassenden Inhaltsanalyse zu NOS-Aspekten in der Metaorganismus-Forschung.....	113
Tabelle 14. Categoriesystem der Ergebnisse der Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema “Beziehungs-ebene von Wirt und Mikroorganismen“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung ..	116
Tabelle 15. Gemeinsames Categoriesystem der Lehrer- und Schüleraussagen mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven.....	117
Tabelle 16. Categoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Schüler*innen zur Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen.....	118
Tabelle 17. Categoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen zur Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen.....	120
Tabelle 18. Categoriesystem aus den Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema “Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung.....	121
Tabelle 19. Gemeinsames Categoriesystem der Lehrer*innen- und Schüler*innenaussagen mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven.....	123
Tabelle 20. Categoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Schüler*innen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“	124
Tabelle 21. Categoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“	129
Tabelle 22. Categoriesystem der Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema “ Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung....	133
Tabelle 23. Gemeinsames Categoriesystem der Lehrer- und Schüleraussagen zum wissenschaftlichen Prozess und seiner Darstellung mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven.....	135
Tabelle 24. Categoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Schüler*innen zu Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht.	136
Tabelle 25. Categoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen zu Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht.	139

Tabelle 26. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der Beziehungsebene zwischen Wirt und Mikroorganismen	151
Tabelle 27. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema des Stigmas von „guten“ vs. „schlechten“ Bakterien	153
Tabelle 28. Ausformulierte Designrichtlinien zum übergreifenden Austausch zwischen Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Schüler*innen	155
Tabelle 29. Categoriesystem der Schüler*innen- und Lehrer*innenantworten zum Oberthema “Interdisziplinarität“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung	165
Tabelle 30. Gemeinsames Categoriesystem der Lehrer- und Schüleraussagen mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven.....	166
Tabelle 31. Categoriesystem mit Schüler*innenantworten zur Interdisziplinarität von Forschung...	167
Tabelle 32. Categoriesystem mit Lehrer*innenantworten zur Interdisziplinarität von Forschung. ...	168
Tabelle 33. Kategoriensystem aus den Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema “Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung.....	171
Tabelle 34. Verteilung der Anzahl der Aussagen von Lehrer- und Schüleraussagen zum wissenschaftlichen Prozess und seiner Darstellung.....	172
Tabelle 35. Categoriesystem mit Schüler*innenantworten zu vielfältigen Forschungsprozessen in der Wissenschaft.	174
Tabelle 36. Categoriesystem mit Lehrer*innenantworten zu vielfältigen Forschungsprozessen in der Wissenschaft.	177
Tabelle 37. Gemeinsames Categoriesystem der Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema “Ungelöste Probleme in der Wissenschaft“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung	181
Tabelle 38. Gemeinsames Kategoriensystem der Lehrer- und Schüleraussagen zu Thematisierung von ungelösten Problemen in der Wissenschaft mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven	181
Tabelle 39. Categoriesystem mit Schüler*innenantworten zu ungelösten Problemen in der Wissenschaft	182
Tabelle 40. Categoriesystem mit Lehrer*innenantworten zu ungelösten Problemen in der Wissenschaft	183
<i>Tabelle 41. Strukturelle Hindernisse bei der Vermittlung der Forschungsthemen aus Lehrersicht.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabelle 42. Chancen bei der Vermittlung der Forschungsthemen aus Schüler*innensicht</i>	<i>186</i>
Tabelle 43. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der Interdisziplinarität von Forschung	197
Tabelle 44. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der vielfältigen Forschungsprozesse und ihrer Darstellung.....	200
Tabelle 45. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der ungelösten Probleme der Wissenschaft	202
Tabelle 46. Ausformulierte Designrichtlinie zur Rückspiegelung an die Wissenschaftler*innen	205
Tabelle 47. Übersicht über organisatorische Schritte zum Darwintag an der CAU Kiel.....	271

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Gegenüberstellung von Merkmalen der Forschungsausrichtungen Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation (eigene Darstellung adaptiert nach Kampschulte, Enzingmüller & Parchmann, 2018).....	7
Abbildung 2. Ein visuelles Modell zur Veranschaulichung von Public Engagement mit Wissenschaft (Eigene Darstellung von Dr. Carolin Enzingmüller nach Kimbrell et al., 2022)	10
Abbildung 3. Teilnehmende, Wege und Bedingungen der Wissenschaftskommunikation – Modell entwickelt vom Kiel Science Outreach Campus (eigene Darstellung nach Sattelkau, 2021, S. 26)	12
Abbildung 4. Eigens angepasste Grafik der "Theory of change" ausgehend vom AAAS Center for public engagement with science and technology (2015).....	20
Abbildung 5. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (eigene Darstellung adaptiert nach Kattmann et al., 1997).....	23
Abbildung 6. Dimensionen und Kategorien des Family Resemblance Approach (adaptierte Version nach Erduran & Dagher, 2014).....	33
Abbildung 7. Das Novelty Space Modell nach Orion und Hofstein (1994) adaptiert an den Darwintag der CAU Kiel.....	45
Abbildung 8. Die inhaltliche Ausrichtung des Darwintages anhand dem Modell der didaktischen Rekonstruktion (eigene Darstellung adaptiert nach Kattmann et al, 1997)	50
Abbildung 9. Unterteilung der Organismen nach Aristoteles	51
Abbildung 10. Unterteilung der Organismen nach Leeuwenhoek.....	51
Abbildung 11. Five Kingdom Model nach Whittaker	51
Abbildung 12. Aktueller Wissensstand zu den Domänen des Lebens mit dem 'Tree of Life' im Gegensatz zum 'Five Kingdom Model' (eigene Darstellung adaptiert nach McFall-Ngai, 2022)	52
Abbildung 13. Das Konzept eines Metaorganismus.....	53
Abbildung 14. Überblick über die inhaltlichen Forschungsbereiche des SFB 1182 (aus dem Förderantrag zur Bewilligung der 2. Förderperiode entnommen, S. 22).....	56
Abbildung 15. Beispielhaftes Vorgehen entlang einer Conjecture Map nach Sandoval (2014)	64
Abbildung 16. Angepasstes Design-based Research Modell zur eigenen Arbeit (Eigene Darstellung nach McKenney und Reeves, 2012, S. 78).....	68
Abbildung 17. Theoretische Einflüsse zum selbst entwickelten Modell.....	73
Abbildung 18. Das vier-Perspektiven-Modell einer evidenzbasierten und stakeholderorientierte Wissenschaftskommunikation	74
Abbildung 19. Adaptiertes Design-based Research Vorgehen nach dem Modell von McKenney und Reeves, 2012	76
Abbildung 20. Aufbau und Zusammenhänge der Promotionsarbeit.	79
Abbildung 21. Verwendung von zur Verfügung gestellter Unterrichtsmaterialien zum Darwintag.....	92
Abbildung 22. Einschätzungen der Lehrkräfte nach dem Darwintag über die Forschungsmethoden der Vortragenden zu sprechen	93
Abbildung 23. Einschätzungen der Lehrkräfte nach dem Darwintag über die Vortragsthemen zu sprechen	93
Abbildung 24. Originalausschnitt aus den Arbeitsaufträgen beim Workshop der Wissenschaftler*innen zu Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen.	105
Abbildung 25. Originalausschnitt aus den Arbeitsaufträgen beim Workshop der Wissenschaftler*innen zu wissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen (Nature of Science).....	106
Abbildung 26. Übersicht zu den angesprochenen Konzepten bezogen auf die Fachinhalte der Metaorganismus-Forschung für Schüler*innen als Zielgruppe.....	107
Abbildung 27. An Concept Cartoons angelegte Zitate von Metaorganismus-Forschenden zu Mikroorganismen-Wirt-Interaktionen. In jeder Gedankenblase dieser drei Zitate ist ein Zitat eines Wissenschaftlers*in dargestellt.	108

Abbildung 28. An Concept Cartoons angelegte Zitate von Metaorganismus-Forschenden zu Nature of Science-Aspekten. In jeder Gedankenblase dieser drei Zitate ist ein Zitat eines Wissenschaftlers*in dargestellt.....	109
Abbildung 29. Adaptierte Version des Ablaufmodells zusammenfassender Inhaltsanalyse nach Mayring (2015).....	111
Abbildung 30. Unterrichtsmaterial Fachinhalt Seite 1/7.....	157
Abbildung 32. Unterrichtsmaterial Fachinhalt Seite 3/7.....	158
Abbildung 31. Unterrichtsmaterial Fachinhalt 2/7	158
Abbildung 33. Unterrichtsmaterial Seite 4/7	159
Abbildung 34. Unterrichtsmaterial Fachinhalt 5/7	159
Abbildung 35. Unterrichtsmaterial Seite 6/7	160
Abbildung 36. Unterrichtsmaterial Fachinhalt Seite 7/7.....	160
Abbildung 37. Gestaltungshinweise an die Vortragenden des Dariwntages 2022	161
Abbildung 38. Lehrerhandreichung Seite 1/6	162
Abbildung 39. Lehrerhandreichung Seite 2/6	162
Abbildung 40. Lehrerhandreichung Seite 3/6	162
Abbildung 41. Lehrerhandreichung Seite 4/6	163
Abbildung 42. Lehrerhandreichung Seite 5/6	163
Abbildung 43. Lehrerhandreichung Seite 6/6	163
Abbildung 44. Unterrichtsmaterial NOS Seite 1/7	207
Abbildung 45. Unterrichtsmaterial NOS Seite 2/7	208
Abbildung 46. Unterrichtsmaterial NOS Seite 3/7	208
Abbildung 47. Unterrichtsmaterial NOS Seite 5/7	209
Abbildung 48. Unterrichtsmaterial NOS Seite 4/7	209
Abbildung 49. Unterrichtsmaterial NOS Seite 6/7	210
Abbildung 50. Unterrichtsmaterial NOS Seite 7/7	210
Abbildung 51. Gestaltungshinweise an die Vortragenden des Darwintages 2022	211
Abbildung 52. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 3/4	212
Abbildung 53. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 1/4	212
Abbildung 54. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 2/4	212
Abbildung 55. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 4/4	213
Abbildung 56. Weitere Verknüpfungen mit dem Unterrichtsmaterial zur Vorbereitung des Darwintages.....	213
Abbildung 57. Weitere Verknüpfungen mit dem Unterrichtsmaterial zur Nachbereitung des Darwintages.....	214
Abbildung 58. Conjecture Map nach Sandoval (2014).....	218
Abbildung 59. Conjecture Map der Lehrkräfte	220
Abbildung 60. Die Visualisierung der Vermittlungsrolle evidenzbasierter und stakeholderorientierter Wissenschaftskommunikation	253
Abbildung 61. Beispielhafte Conjecture Map für Schüler*innen als Forschungsgruppe	264
Abbildung 62. Ideen zur Struktur eines E-Books in Feld der Metaorganismus-Forschung für Oberstufenschüler*innen.....	265

Abkürzungsverzeichnis

- Abb. Abbildung
- ca. circa
- CAU Kiel Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- C. elegans Caenorhabditis elegans
- d. h. das heißt
- etc. et cetera
- ggf. gegebenenfalls
- Kap. Kapitel
- m männlich
- MINT Mathematik, Ingenieurwesen, Naturwissenschaft und Technik
- MW Mittelwert
- NOS *Nature of Science*
- o.g. oben genannten
- QI Qualitative Inhaltsanalyse
- SD Standardabweichung
- SFB 1182 Sonderforschungsbereich 1182 „Entstehen und Funktionieren von Metaorganismen“
- s. siehe
- u. a. unter anderem
- Vgl. Vergleich oder Vergleiche
- w weiblich
- z.B. zum Beispiel
- Z. Zeille

II. EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten folgt die Gesellschaft immer mehr einem wissenschaftlichen Weltbild mit demokratischen Entscheidungsprozessen, an denen viele Akteure an komplexen und vielfältigen Diskursen wie zu übergreifenden Themen von Klima, Ernährung, Energie oder Gesundheit eingebunden sind (z.B. National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2017; Van der Sanden and Flipse, 2015). Doch obwohl weite Teile der Gesellschaft in Deutschland laut dem Wissenschaftsbarometer der letzten Jahre großes Vertrauen in und Interesse an Wissenschaft und ihre Erkenntniswege haben, fühlen sich viele Menschen nach wie vor nicht besonders gut über neuere Entwicklungen in Forschung und Wissenschaft informiert und wünschen sich von Wissenschaftler*innen insbesondere mehr verständliche und authentische Kommunikation zu gesellschaftlich relevanten Aspekten ihrer Forschung (Wissenschaft im Dialog, 2022). Ein Ort des Austausches zwischen Teilen der Gesellschaft wie Schulen und Forschenden als Kommunikator*innen können daher *Science Outreach* Formate wie universitäre Vorlesungsveranstaltungen, Schülerlabortage oder Science-Cafés darstellen, die gesellschaftliche Herausforderungen vielfältig thematisieren (Claussen et al., 2020). *Science Outreach* Programme verfolgen aus diesen Gründen u.a. die Ziele komplexe und interdisziplinäre Forschungsinhalte verständlich zu übermitteln, das Vertrauen in ihre Akteure zu stärken, eine Einordnungs- und Entscheidungshilfe für wissenschaftlich fundierte Themen darzustellen, das Interesse an wissenschaftlichen Themen zu fördern oder als Berufsorientierung zu dienen (z.B. Clark et al., 2016; Rennie, 2014). Hinsichtlich dem Erreichen der vorgestellten Ziele weist die aktuelle Forschungsliteratur jedoch immer wieder auf das Optimierungspotenzial hinsichtlich der Effektivität solcher Veranstaltungen wie dem Fehlen von konkreten Zielsetzungen (Phipps 2010), der Qualität (z.B. Husher, 2010) oder den Evaluationsmethoden der Veranstaltungen hin (Garner & Eilks, 2015; Carleton-Hug & Hug, 2010). Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung von *Science Outreach* Programmen haben sich daher im Laufe der Jahre zwei Forschungsperspektiven getrennt voneinander entwickelt: Die Forschungsperspektive der Naturwissenschaftsdidaktik und die Forschungsperspektive der Wissenschaftskommunikation (Baram-Tsabari & Osborne, 2015, Lewenstein, 2015). Obwohl Forschende beider Perspektive große Schnittmengen etwa bei der Zielsetzung oder den Formaten aufweisen, wurden lange Zeit vielmehr isoliert die Unterscheide beider Bereiche etwa hinsichtlich der Zielgruppe (Schule vs. allgemeine Öffentlichkeit), der Wirkungsebene (Individuum vs. Gesellschaft) oder der Einbindung (Curriculum vs. punktuelle Begegnung) fokussiert, anstatt gemeinsam konkret an möglichen Theorien, Strategien oder Methoden zur Verbesserung von *Science Outreach* Programmen zu arbeiten (Baram-Tsabari & Osborne, 2015). Dabei eröffnen die Forschungsentwicklungen beider Bereiche in den letzten 25 Jahren ein immer größer werdendes Potenzial zur weiteren und intensiveren Zusammenarbeit (Baram-Tsabari & Osborne, 2015; Lewenstein, 2015): In der Forschungsentwicklung der Wissenschaftskommunikation zeigt dies die Verschiebung von Zielen und Bedarfen vom `Deficit Model` hin zu dialogischen Modellen (z.B. Kimbrell et al., 2022) oder partizipativen Kommunikationsmodellen (z.B. Bucchi, 2008), indem die vermittelnde Rolle immer mehr mitgedacht und als notwendig angesehen wird (z.B. Metcalfe, 2019). Dies bekräftigen auch die Forderungen *Science Outreach* Programme qualitativ zu verbessern, indem dafür überprüfbare Rahmen und Modelle geschaffen werden (z.B. Mercer-Mapstone and Kuchel, 2017; Olesk et al., 2021) oder die Einsicht der Stakeholder selbst, dass Wissenschaftler*innen bei ihrer zielgruppenorientierten Kommunikation von einer vermittelnden Person profitieren können z.B. durch Kommunikationstrainings (Dudo et al., 2021) und Konzepte wie *Nature of Science* von Naturwissenschaftsdidaktiker*innen (z.B. Eduran & Dagher, 2014). Betrachtet man gleichzeitig Bildungsvergleichsstudien, so

deuten die Entwicklungen an, dass das Mindestniveau zum Erreichen einer fundierten *Scientific literacy* bei Schüler*innen tendenziell immer weiter abnimmt (OECD, 2019), obwohl gesellschaftliche Herausforderungen zum Thema Klimawandel, Energie oder Gesundheit zunehmend ein vernetztes und interdisziplinäres Verständnis von Wissenschaft fordern (z.B. Bosch, 2017, Hanisch & Eirdosh, 2020). Beide Forschungstraditionen profitieren nach Einschätzung etablierter Forschender wie Baram-Tsabari und Osborne (2015) oder Forschungsinstitutionen wie die *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) bei *Science Outreach* Programmen somit jeweils voneinander, indem explizit die fachdidaktische Vermittlerposition mit der Zielgruppe von Schüler*innen wichtige Aufgaben übernehmen kann: Auf Seiten der Forscher*innen oder Forschungsinstitutionen im *Science Outreach* zeigen sich häufig einseitige Kommunikationsansätze (nach dem 'Deficit Model'), die aus Forschungssicht für anvisierte Ziele etwa einer authentischen Begegnung von Schüler*innen und Wissenschaftler*innen, als zu unspezifisch bezüglich der Zielgruppe gelten (Hansen et al. 2003) oder durch Studien als ineffektiv zum Erreichen der Ziele gezeigt wurde (Nisbet & Mooney, 2007). Als Folge dieser Erkenntnisse entstand u.a. ein Umdenken hin zu dialogischen und partizipativen Ansätzen für das Erreichen der Ziele (Suldovsky, 2016; Metcalfe, 2019). Auf Seiten der schulischen Perspektive zeigt sich, dass das Potenzial von *Science Outreach* Programmen bei weitem nicht ausgeschöpft wird, da sie z.B. nicht ausreichend in die Schule integriert werden (Tal, Bamberger & Morag, 2005) oder eher als netter Schulausflug gesehen werden, anstatt die Forschungseinblicke und Lernpotenziale für den Unterricht zu nutzen (Gunderian, 2007; Glowinski, 2007). Darüber hinaus zeigen Studien wie Davies (2008) oder Garner und Eilks (2015), dass sich das Engagement in Wissenschaftskommunikation nicht nur durch einen gesteigerten kognitiven und affektiven *Output* für die Zielgruppe lohnt (Garner & Eilks, 2015), sondern auch die Kommunikator*innen berichten über verbesserte Kommunikationsfähigkeiten und positive Auswirkungen auf ihre Forschung (Davies 2008). Diese Beispiele zeigen eindrücklich den Mehrwert von effizienten *Science Outreach* Programmen, aber auch den potentiellen Handlungsbedarf durch Naturwissenschaftsdidaktiker*innen als wertvolle Vermittlerposition. Diesen Forschungsbedarf stellen auch andere Forschende in diesem Bereich wie Varner (2014), Sadler et al. (2016), Metcalfe (2019) oder auch Forschungsverbände wie *Wissenschaft im Dialog* und die AAAS fest und fordern effektivere die Entwicklung stärker systematisch aufbauender und evidenzbasierter Forschungsansätze für *Science Outreach* Programme. Dieses soll helfen besser zu verstehen, wie hilfreich Aktivitäten hinsichtlich der Erreichung übergeordneter Ziele sein können und bei welchen Akteuren angesetzt werden sollte (z.B. Varner, 2014). Ein Lösungsansatz zum Verfolgen des Forschungsbedarfes kann daher die stärkere Fokussierung auf die Vermittlungsposition sein, die auch in Modellen immer stärker mitgedacht wird, z.B. bei der Planung und Etablierung von *Science Outreach*-Formaten oder um längerfristige Perspektiven zu integrieren und Reflexionsprozesse auf einer höheren, institutionellen Ebene anzustreben (Einsiebel, 2014). In diesen Modellansätzen zeigt sich jedoch bislang zum einen, dass die wissenschaftliche Vermittlerposition entweder nur indirekt mitgedacht wird (z.B. Varner, 2014; Sattelkau, 2021) oder deren Tätigkeiten nur sehr generell beschrieben werden (z.B. Kimbrell et al, 2022). Zum anderen zeigen sich unzureichende Belege bei Modellansätzen, die einen systematischen und evidenzbasierten Forschungsansatz mit vielfältigen Akteuren von *Science Outreach* Programmen verfolgen, indem die Bedürfnisse der Teilnehmenden erkannt, in gemeinsame Designprodukte aufgegriffen und abschließend von ihnen bewertet werden. Insbesondere die Designforschung im Bildungsbereich sieht aktuell noch großen Forschungsbedarf darin, Chancen und Herausforderungen bei bildungsbezogenen Design zu diskutieren (Sandoval, 2014; Bakker, 2018) und Einblicke in systematisches Design zu zeigen, indem nicht nur das Endprodukt, sondern auch Misserfolge oder Zwischenberichte gezeigt werden (Edelson, 2002; McKenney, 2016; Kali, 2016).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, das Potenzial der weiteren theoretischen und praktischen Zusammenarbeit von den Forschungstraditionen der Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik durch *Science Outreach* Veranstaltungen zu nutzen, um einen selbst entwickelten Modellansatz aus der theoretischen Verknüpfung beider Traditionen zu präsentieren, der eine evidenzbasierte und stakeholderorientierte Beforschung von *Science Outreach* Veranstaltungen durch Designforschung im Bildungsbereich anstrebt. Dieser Modellansatz soll anschließend praktisch am *Science Outreach* Programm des Darwintages an der Kieler Universität durchgeführt werden. Dieses erfolgt entlang von drei Studien nach dem *design-based research*-Ansatz (McKenney und Reeves, 2012). Abschließend wird eine Diskussion über die Vermittlerrolle, die Funktionen der Vermittlung und die Weiterentwicklungen zur höheren Effektivität an einem *Science Outreach* Event wie dem Darwintag angestrebt.

Mit Blick auf die Zielsetzung folgt die Einführung in den theoretischen Rahmen (Kapitel III) und aktuellen Forschungsstand in dem Kontext der Erforschung von *Science Outreach* Veranstaltungen (Kapitel 1) und deren Weiterentwicklungen durch die Designforschung im Bildungsbereich (Kapitel 2). Hinsichtlich der Beforschung von *Science Outreach* Programmen werden diese zunächst eingeleitet und näher definiert (Kapitel 1.1-1.2), sowie anschließend als Ausgangslage zwei Forschungstraditionen präsentiert, die sich mit der Beforschung von *Science Outreach* Programmen vielmehr getrennt voneinander beschäftigen (Kapitel 1.3). Anschließend werden die Gemeinsamkeiten beider Forschungstraditionen erläutert sowie deren momentane Herausforderungen zur stärkeren Zusammenarbeit (Kapitel 1.4). Als Lösungsansatz zum Überwinden der Herausforderungen werden Brückenkonzepte vorgeschlagen, die sich auf inhaltlicher Ebene mit *Nature of Science*-Ansätzen beschäftigen (Kapitel 1.5) sowie auf formatbezogener Ebene mit der naturwissenschaftsidaktischen Vermittlerrolle (Kapitel 1.6). Zum Abschluss dieses Kapitels wird der Darwintag an der Kieler Universität anhand der didaktischen Rekonstruktion als exemplarisches *Science Outreach* Programm vorgestellt und hinsichtlich der zu vermittelnden Metaorganismus-Forschung und den Weiterentwicklungen durch Designforschung eingeordnet (Kapitel 2). Dieser aktuelle Forschungsstand vereint sich in den Überlegungen zum eigenen Modellansatz, der neben den Forschungsfragen dieser Arbeit im Desiderat und den forschungsleitenden Fragen vorgestellt wird (Kapitel IV). Die praktische Ausführung des Modellansatzes am Darwintag zeigt sich durch drei Studien, die in den Kapiteln V-VII genauer vorgestellt werden. Dazu gehört eine Bedürfnisanalyse der beteiligten Perspektiven am Darwintag, die hinsichtlich des methodischen Ansatzes (Kapitel 3.1), der Ergebnisse (Kapitel 3.2) und eines Fazits (Kapitel 3.3) präsentiert werden. Anschließend wird die 2. Studie zum iterativen Designprozess mit Forschenden, Lehrkräften und Lernenden zu Bildungsprodukten in Studie 2 vorgestellt (Kapitel 4.1-4.11) sowie die leitfadengestützten Interviews mit Lehrkräften, Forschenden und Organisator*innen hinsichtlich der Reflektion der Bildungsprodukte in Studie 3 (Kapitel 5.1-5.3). Die abschließende Diskussion umfasst die Vermittlungsrolle (Kapitel 6.1), die Funktionen der Vermittlung innerhalb der didaktischen Begleitforschung (Kapitel 6.2) sowie die Beurteilung der Effektivität der Veranstaltung auf Grundlage der Forschungserkenntnisse (Kapitel 6.3). Auf dieser Basis werden Limitationen und ein Ausblick auf weiterführende Forschung gegeben (Kapitel 7-8), Implikationen zur eigenen Forschung formuliert (Kapitel 9) sowie ein abschließendes Fazit gegeben (Kapitel 10).

III. THEORETISCHER HINTERGRUND

1 *Science Outreach* Programme und ihre Beforschung durch Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik

1.1 Allgemeines zu *Science Outreach*

Auf Grundlage des steigenden Einflusses in der Kommunikation von wissenschaftlichen Inhalten zeigt sich ein ebenso gesteigertes Engagement hinsichtlich *Science Outreach*. Dabei meint *Science Outreach* nach Poliakoff und Webb, 2007, S. 244): „Any scientific communication that [directly] engages an audience outside of academia“ und wird ebenfalls in dieser Arbeit als Definition genutzt. Als Zielgruppe werden je nach Forschungsentwicklung entweder gezielt bestimmte oder unterschiedliche Gruppen der Gesellschaft angesprochen. In der Fachdidaktik sind die Adressat*innen beispielsweise explizit Schüler*innen, während in der allgemeinen Wissenschaftskommunikation auch unterschiedliche Gruppen der Gesellschaft angesprochen werden.

Science Outreach kann dabei sehr vielfältig aussehen und Gastvorträge von Wissenschaftler*innen beinhalten, Besuche von Wissenschaftler*innen in der Schule sein, das Erstellen von Websites beinhalten sowie als Besuche von Schüler*innen in Laboren, Camps oder Wettbewerben wie *Science Olympiaden* ausgestaltet sein. Des Weiteren kann die zeitliche Ausgestaltung von *Outreach* ebenfalls sehr vielfältig sein von wenigen Minuten durch die online Kommunikation und sozialen Netzwerken wie Instagram, Twitter oder Facebook bis hin zu weitreichenden Naturschutzmaßnahmen oder *citizen-science* Projekten¹ erstrecken, die die gesamte wissenschaftliche Karriere begleiten oder darüber hinaus gehen (Varner, 2014). Auch die Ansätze oder Aktivitäten innerhalb von *Outreach* können unterschiedlich ausgerichtet sein. Zum einen können Informationen unidirektional von Wissenschaftler*innen zu Teilen der Gesellschaft verbreitet werden (z.B. bei Bildungsmaterialien, die von Wissenschaftler*innen ausgearbeitet wurden) oder auch andersherum unidirektional von Teilen der Gesellschaft hin zu den Wissenschaftler*innen (z.B. bei Umfragen oder Bürgerpanels). Zum anderen besteht die Möglichkeit eines dialogischen Austausches zwischen Vertretern der Wissenschaft und Vertretern der Öffentlichkeit wie Schüler*innen (z.B. durch online-Diskussionsrunden, Wissenschaftscafés oder *citizen science*-Projekten).

Hinsichtlich dieser Vielfalt haben sehr viele Projekte den Bezug zu aktueller Forschung und den forschenden Wissenschaftler*innen gemeinsam (Rennie, 2014; Sadler et al., 2016): Wissenschaft soll stär-

¹ Unter *citizen science* Projekte versteht man „die Beteiligung von Personen an wissenschaftlichen Prozessen, die nicht in diesem Wissenschaftsbereich institutionell gebunden sind. Dabei kann die Beteiligung in der kurzzeitigen Erhebung von Daten bis hin zu einem intensiven Einsatz von Freizeit bestehen, um sich gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern und/oder anderen Ehrenamtlichen in ein Forschungsthema zu vertiefen. Obwohl viele ehrenamtliche Forscherinnen und Forscher eine akademische Ausbildung aufweisen, ist dies keine Voraussetzung für die Teilnahme an Forschungsprojekten. Wichtig ist allerdings die Einhaltung wissenschaftlicher Standards, wozu vor allem Transparenz im Hinblick auf die Methodik der Datenerhebung und die öffentliche Diskussion der Ergebnisse gehören.“ (Bonn et al. (2017). Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland, S. 13).

ker in den Fokus der Aufmerksamkeit bei verschiedenen Zielgruppen geraten, indem die wissenschaftlichen Kompetenz, ihre Vorstellungen, ihr Engagement und der Bezug zur Wissenschaft allgemein weiter verbessert werden (Clark et al., 2016). Gerade diese Zugänge zur Wissenschaft z.B. durch persönliche Erlebnisse mit Wissenschaftler*innen, dem Ausprobieren von wissenschaftlichen Methoden z.B. in Schülerlaboren und weiteren Mitmachangeboten bei Instituten oder allgemeinen zur Wissenschaft sind vielfältige Einblicke, die weite Teile der Gesellschaft sonst nicht haben. Dadurch ermöglicht *Outreach* spannende Einblicke in innovative und aktuelle Forschung oder das Aufzeigen von unterschiedlichen Wegen in die Wissenschaft z.B. an Forschungseinrichtungen an Universitäten (Rennie, 2014; Sadler et al., 2016).

Ein Hauptziel von Veranstaltungen im *Science Outreach* ist es authentische² Einblicke in Wissenschaft zu ermöglichen. Damit ist gemeint, dass realitätsnahe Einblicke in Naturwissenschaften z.B. an der Universität zu geben durch wissenschaftliches Wissen, Prozesse oder Produkte naturwissenschaftlicher Forschung als auch Arbeitsweisen oder personenzentrierte Merkmale wie zur Person des Naturwissenschaftlers*in. Diese Einblicke sollen laut Forschenden wie Woods-McConney (2013) helfen ein authentisches Wissenschaftsverständnis aufzubauen, indem das Interesse an Naturwissenschaften gefördert werden kann, eine positive Einstellung zu Naturwissenschaften aufgebaut werden kann oder das Engagement bezüglich Aktivitäten in den Naturwissenschaften sich erhöhen kann (z.B. Woods-McConney et al., 2013). Hierfür gibt es aus den verschiedenen Forschungsperspektiven unterschiedliche Ansätze, indem z.B. Alltagsbezüge zur Berufswelt der Naturwissenschaften hergestellt werden (z.B. Engeln, 2004), Alltagsphänomene verwendet werden (z.B. Linn & Muilenburg, 1996) oder sich auf reale Situationen aus der Forschung bezogen wird (z.B. Glowinski, 2007). Um diese Ziele erreichen zu können und *Science Outreach* Programme stetig zu verbessern, haben sich im Laufe der Jahre zwei Forschungstraditionen vielmehr getrennt voneinander dem gleichen Forschungsgebiet angeschlossen: Die externe Wissenschaftskommunikation³ sowie die Naturwissenschaftsdidaktik.

1.2 Die Beforschung von *Science Outreach* Programmen durch Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik

Die Forschungstradition der Wissenschaftskommunikation⁴ forscht an der Verbesserung von *Science Outreach* Programmen durch viele Disziplinen wie Soziologie, Psychologie und Philosophie sowie aktuell vor allem auch Medienwissenschaft oder Pädagogik. Dieses spiegelt sich ebenfalls in der Fülle an empirischen Arbeiten auf diesem Forschungsgebiet wider (z.B. Fischhoff & Scheufele, 2013; Varner, 2014; Trench & Bucchi, 2010). Aufgrund der Vielfältigkeit von Wissenschaftskommunikation stellt dieses große Herausforderungen beim Formulieren von übergreifenden Definitionen oder dem Entwickeln von einheitlichen Modellen in diesem Forschungstradition dar (Schäfer et al. 2015b; Bucchi & Trench, 2014). Sucht man nach einer Definition von "Wissenschaftskommunikation", so wird sich beispielsweise vor allem auf die Kommunikation über Inhalte der Naturwissenschaften konzentriert oder die Definition nur auf Bereiche der externen Wissenschaftskommunikation eingeschränkt (Hanauska

² Authentisch leitet sich vom griechischen Wort *authentikós* ab und meint „echt“ oder dem lateinischen Wort zu Folge *authenticus* „zuverlässig“, „verbürgt“ (Duden online, 2023).

³ Die externe Wissenschaftskommunikation meint den Austausch mit verschiedensten Zielgruppen über Facetten von Forschung, wie dessen Methoden und Ergebnisse. Diese Art der Kommunikation kann in vielen Formaten stattfinden wie Vortragsveranstaltungen, *Science Slams* oder Printmedien stattfinden und wird vor allem in dieser Forschungsarbeit adressiert. Ebenso in diesem Feld verortet ist die interne Wissenschaftskommunikation, die den fachlichen Austausch unter den Forschenden meint und z.B. durch *pre-prints*, Konferenzen oder *peer-review* Verfahren bei Artikeln stattfindet.

⁴ Wenn im Folgenden von Wissenschaftskommunikation gesprochen wird, dann ist damit immer die externe Wissenschaftskommunikation gemeint und wird nicht explizit immer mit extern dazugeschrieben.

2020, Burns, O'Connor & Stocklmayer, 2003). Andere Versuche einer einheitlichen Definition umfassen zusätzlich die Facette des Wissenschaftsjournalismus oder berücksichtigen nicht die interne Wissenschaftskommunikation, weswegen sie diese nicht weiter für die Definition in Betracht ziehen. Hinsichtlich dieses uneinheitlichen Bildes bei der Definition zu Wissenschaftskommunikation schlagen Schäfer et al. (2015b) eine erweiterte Definition vor:

„Alle Formen von auf wissenschaftliches Wissen oder wissenschaftliche Arbeit fokussierter Kommunikation, sowohl innerhalb als auch außerhalb der institutionalisierten Wissenschaft, inklusive ihrer Produktion, Inhalte, Nutzung und Wirkungen“ (Schäfer et al., 2015b, S. 13).

Mit Bezugnahme dieser weit gefassten Definition lassen sich Domänen wie die Wissenschaftskommunikation, genauso wie die Domäne von *Science Outreach* in Bezug auf die Schule und der Naturwissenschaftsdidaktik einordnen.

Die Forschungsperspektive der Wissenschaftskommunikation bei *Science Outreach* Programmen zeichnet sich durch eine ganzheitliche Kommunikation von Wissenschaft mit ihren Prozessen, Ergebnissen, Zielen oder Erwartungen aus, die sich vor allem auf die Kommunikation von Personen mit formalen wissenschaftlichen Fachwissen (Wissenschaftler*innen) mit Teilen der Öffentlichkeit ohne formales wissenschaftliches Fachwissen (Laien, Öffentlichkeit) konzentriert und die Förderung von Dialog mit Auswirkungen auf die Bereiche von Politik, Gesellschaft oder ethischen Aspekten anstrebt (Schäfer et al., 2015a; Baram-Tsabari & Osborne, 2015, Metcalfe et al., 2022). Dahingehend möchte die Forschungstradition der Wissenschaftskommunikation vor allem Teilhabe von wissenschaftlichen Inhalten durch Nicht-Wissenschaftler*innen ermöglichen sowie die Unterhaltung mit und durch Wissenschaft fördern, einen Beitrag zur Weiterbildung über spezifische Wissenschaftsthemen liefern, die Relevanz für bestimmte Themen schaffen oder das Vertrauen in Wissenschaft und ihre Wissenschaftler*innen weiter stärken.

Auf der anderen Seite arbeitet die Forschungsperspektive der Naturwissenschaftsdidaktik⁵ ebenfalls an der Verbesserung von *Science Outreach* Programmen, indem sich auf die Vermittlung von individuellen Lern- und Bildungsprozessen von Schüler*innen als Teil der Gesellschaft bzw. möglichen wissenschaftlichen Nachwuchs fokussiert wird (Baram-Tsabari und Osborne, 2015). Dahingehend ist die Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (im Folgenden auch *scientific literacy* genannt) sowie der MINT-Förderung von Schüler*innen in informellen und formellen Lerngelegenheiten besonders wichtig für die fachdidaktische Forschung (Davis & Russ, 2015), um u.a. ein Interesse an den Naturwissenschaften zu fördern, eine Berufsorientierung zu geben oder die Schüler*innen an der Teilhabe in der Gesellschaft vorzubereiten. Diese Ziele sind in den wegweisenden Bildungsstandards und Curricula an Schulen verankert. Die Naturwissenschaftsdidaktik geht davon aus, dass Menschen in ihrem alltäglichen Leben in Kontakt mit Wissenschaft kommen und sich wenigstens theoretisch notwendiges Wissen aneignen, sodass sie eine informierte und wissenschaftlich begründbare Entscheidung darüber treffen können. Bezogen auf die Art der Beeinflussung und Studiendurchführung in der fachdidaktischen Forschung wird die Methode oder das Thema der Studien sehr stark von dem formellen Lernen in der Schule beeinflusst. Die Anfänge der fachdidaktischen Forschung gehen zurück bis in die 1950er Jahre und sind vielmehr einer etablierten Forschungstradition zuzuordnen (Baram-Tsabari und Osborne, 2015).

⁵ Die vorliegende Forschungsarbeit beschränkt sich bei ihren Aussagen auf die naturwissenschaftliche Didaktik mit ihren spezifischen Theorien, Modellen, Begriffen oder Konzepten. Wenn in der Forschungsarbeit von fachdidaktischer Forschung die Rede ist, dann ist damit in der Regel die Fachdidaktik der Naturwissenschaften gemeint und nicht die fachdidaktische Forschung in ganz allgemeiner Form.

Zusammenfassend sind die öffentliche Kommunikation und der Dialog über Wissenschaft mit Implikationen in Politik, Gesellschaft oder Ethik von Wissenschaft besonders wichtig (Baram-Tsabari & Osborne, 2015; Bromme & Goldman, 2014). Genauso vielfältig wie die Themen und Formate der Wissenschaftskommunikation bei *Science Outreach* Programmen sind auch die Rollen, indem sowohl Forschende unterschiedlichster Fachrichtungen zusammenarbeiten, genauso wie Organisator*innen oder sogenannte „*Practitioners*“⁶. Ausgehend von den Annahmen der Wissenschaftskommunikation begegnen Personen auch Wissenschaft in ihrem Alltag und geben diesen eine Bedeutung, indem Narrative ihres kulturellen Vorwissens angewendet werden, die mehr oder weniger Wissenschaftsbezug haben (Laslo, Baram-Tsabari & Lewenstein, 2011). Der Prozess der fundierten Entscheidungsfindung wird daher vielmehr von äußeren Faktoren oder Fragen wie „wem kann ich vertrauen?“ beeinflusst (Bromme & Goldman, 2014). Hinsichtlich der Art der Beeinflussung der Studiendurchführung zeigt die Wissenschaftskommunikation eine breite Vielfalt insbesondere in der informellen Bildung durch Bildung, indem die Zielgruppe und Beeinflussungsfaktoren viel breiter gefasst sind (Baram-Tsabari und Osborne, 2015). Die Anfänge der Forschungsentwicklung der Wissenschaftskommunikation gehen zwar schon vereinzelt in die 1930er Jahre zurück, jedoch ist die intensivere Beforschung und der Aufbau von systematischen Forschungsstrukturen vor allem ab den 1980er-1990er Jahren zu beobachten, als sich daraus immer mehr eine Forschungstradition formt (Baram-Tsabari und Osborne, 2015). Einige der Hauptmerkmale beider Forschungsperspektiven von Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation werden nachfolgend in einer Grafik präsentiert (Abbildung 1).

Fachdidaktik (mit Lernorientierung)		Wissenschaftskommunikation (mit Kommunikationsorientierung)
<i>Scientific Literacy</i>	← Paradigma →	<i>Public Engagement with Science</i>
Schülerinnen und Schüler	← Zielgruppe →	Öffentlichkeit
Individueller Lernender	← Wirkungsebene →	Gesellschaft
Lehren und Lernen	← Prozess →	Engagement, Unterhaltung
Wissensaufbau, Kompetenzförderung	← Wirkungen →	Akzeptanz schaffen, Vertrauen aufbauen
Strukturierte (curriculare) Einbindung	← Einbettung →	Punktuelle Begegnung („free choice“)

Abbildung 1. Gegenüberstellung von Merkmalen der Forschungsrichtungen Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation (eigene Darstellung adaptiert nach Kampschulte, Enzingmüller & Parchmann, 2018)

1.3 Forschungspotenzial für die weiteren Zusammenarbeit von Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation bei *Science Outreach* Programmen

Die genannten Punkte machen deutlich, dass beide Forschungstraditionen unterschiedliche Ausgestaltungen in einzelnen Aspekten ihrer Forschungsperspektiven vorweisen. Jedoch zeigen insbesondere die forschungsbasierten Arbeiten im Bereich von *Science Outreach* Programmen ein immer größer werdendes Potenzial zum gegenseitigen Austausch und die Grundlage für eine stärkere Zusammenarbeit:

⁶ Unter *Practitioners* wird eine große Gruppe an Personen gefasst, die in der Praxis mit *Science Outreach* Veranstaltungen in Verbindung stehen. Das können Organisator*innen dieser Veranstaltungen sein, aber auch weitere beteiligte Akteure wie auch fachdidaktisch Forschende zur Verbesserung der Angebote an Schüler*innen.

1.3.1 Die forschungsbasierte Auseinandersetzung mit *Science Outreach* Programmen aus Sicht der Wissenschaftskommunikation

Im nachfolgenden Abschnitt werden zwei elementare Diskurse in der Forschungsentwicklung der Wissenschaftskommunikation ausgeführt, um das Ziel der Teilhabe an wissenschaftlichen Inhalten zwischen Expert*innen und Teilen der Gesellschaft zu erreichen. Dazu gehört der Diskurs um Kommunikationsmodelle und die Qualität von *Science Outreach* Veranstaltungen. Diese beiden Aspekte sind nicht nur prägend für eine Weiterentwicklung der Forschungstradition, sondern auch zentraler Bestandteil in den zukünftig angestrebten Zielen von *Science Outreach* Programmen von international einflussreichen Institutionen zur Förderung der Wissenschaftskommunikation wie der *American Association for the Advancement of Science (AAAS) - Center for public engagement with science and technology*.

1.3.1.1 Prägende Modelle der Wissenschaftskommunikation – Vom Defizitansatz zu mehr Partizipation

Die Forschung im Feld der Wissenschaftskommunikation ist seit Jahrzehnten stark gelenkt von ihren Modellen (Metcalf, 2019). Ein vielversprechender Zugang zum besseren Verständnis dieser vielfältigen Forschungstradition in dieser Arbeit ist daher die Annäherung über die Weiterentwicklung ihrer Kommunikationsmodelle, die nachfolgend beschrieben werden.

Ausgangslage – Das 'Deficit Model' als lange Zeit vorherrschendes Kommunikationsformat

Ein weit verbreiteter Vermittlungsansatz im Rahmen der Wissenschaftskommunikation war lange Zeit die Vorstellung eines Defizits von Wissen, Vertrauen oder Einstellungen, das mit Hilfe von Informationen etwa zu „neuen Technologien“ behoben werden sollte und auch als „Deficit Model“ bekannt ist (Dudo & Besley, 2016; Suldovsky, 2016). Forschende diskutierten erstmalig in den 1980er und frühen 1990er Jahren über den defizitären Vermittlungsansatz als besonders geeignet für die Übermittlung von Fachwissen, um negative Einstellungen zur Wissenschaft in Teilen der Gesellschaft vorzubeugen oder diese damit zu überzeugen. Nisbet und Scheufele (2009) beschreiben die in dem Modell adressierte „Öffentlichkeit“ als leeres Gefäß, die mit wissenschaftlichen Inhalten gefüllt werden möchten. Die Kommunikation verläuft dabei unidirektional. Callon (1999) siehe auch Metcalfe (2019)) schlussfolgert dahingehend die folgenden Merkmale für das *Deficit Model*:

- *Scientists teach the public everything and learn nothing from them.*
- *Science and public are separate entities and science institutions need protection.*
- *Techno science is the source of progress.*
- *The public needs to have trust in scientists.*
- *Only representatives in government can make decisions. (Callon, 1999; S. 82-84)*

Als empirische Begleitforschung wurden vor allem Items zum Überprüfen des naturwissenschaftlichen Faktenwissens eingesetzt, die sich hinsichtlich der Messung der Schwierigkeit unterschieden (Bauer et al., 2007). Das Ziel war somit Teile der Bevölkerung verschiedenen Alters zu bilden sowie Schulcurricula zu überarbeiten (Bauer et al., 2007; Bauer & Falade, 2014). Forschende wie Miller (2001) heben hervor, dass der Ansatz besonders geeignet ist, um Interesse und Begeisterung für Forschung und ihre Forschenden hervorzubringen. Auch Nisbet und Scheufele (2009) heben in dieser Debatte hervor, dass der defizitäre Kommunikationsansatz wohl eher nicht dazu geeignet ist, *science literacy* und das Verständnis über Wissenschaft zu verbessern. Sie argumentieren damit, dass der Ansatz wohl eher schon eine bereits interessierte oder begeisterte Gruppe von Personen erreicht und keine neuen Gruppen

hingezugewinnt. Hinzu kommt, dass der Ansatz immer mehr als ineffektiv (z.B. Nisbet & Mooney, 2007), zu sehr vereinfachend (Hansen et al. 2003) oder als unzulänglich (Priest, 2001) beschrieben wurde. Irwin und Wynne (1996) betonen daher, dass größer angelegte Kampagnen im Sinne des defizitären Ansatzes etwa in Großbritannien zur *“Public Understanding of Science“* vielmehr um die weitere Steigerung der autoritären Rolle von Wissenschaftler*innen ging, als wirklich Wissenschaft verständlich zu vermitteln. Kritische Stimmen oder eine authentische Debatte waren zu dieser Zeit nicht erwünscht. Erst in späteren Maßnahmen verlagerte sich das Forschungsinteresse allmählich in andere Bereiche wie das Vertrauen der Bevölkerung in Wissenschaft (Bromme & Goldman, 2014) oder Teilhabe an *Science Outreach* (Bucchi & Trench, 2014).

Metcalf et al. (2022) schlussfolgert in ihrem Artikel zur Entwicklung der Wissenschaftskommunikation, dass insbesondere die öffentliche Konzentration auf kontroverse, wissenschaftliche Themen wie „Gentechnik bei Lebensmitteln“, „Synthetische Biologie“ oder der „Klimawandel“ in den letzten Jahrzehnten dafür sorgten, dass das Vertrauen in Wissenschaft und ihre Institutionen immer mehr in Frage gestellt wurde. Als Gegenoffensive dieser Entwicklung wurde ihrer Meinung nach wohl verstärkt das öffentliche Engagement durch Dialog gefordert (siehe auch Metcalfe, 2019).

Die Orientierung hin zu mehr dialogischen Formaten der Kommunikation

Im Zuge dieser Forderungen nach mehr „Dialog“ sahen sich *Practitioners* und politische Verantwortliche verstärkt in der Pflicht die Öffentlichkeit mit einzubinden, indem sie vielmehr von „public engagement“ als von „science communication“ redeten. Dieses führte nach Metcalfe et al. (2022) auch dazu, dass Formen des Dialogs in der Wissenschaftskommunikation mehr gefördert wurden. Bultitude (2011) äußert sich zu den Gründen der Anpassung der Begrifflichkeit von „Kommunikation“ zu „Engagement“, indem er hervorhebt, dass politische Entscheidungsträger sowie einige *Practitioners* unter Kommunikation vielmehr einseitige Kommunikation wahrnahmen als wechselseitige, d.h. dialogisches Engagement zwischen Vertretern aus Wissenschaft und Gesellschaft. Die Forderungen und Umsetzungsinitiativen nach mehr wechselseitigen Dialog und weniger defizitorientierter Kommunikation konnten nach Metcalfe (2019) und Dernach, Kleinert und Münder (2012) weltweit beobachtet werden wie bei der Gründung der wissenschaftlichen Organisation *Wissenschaft im Dialog* in Deutschland, der Gründung der weltweit größten wissenschaftlichen Gesellschaft *American Association for the Advancement of Science*, aber auch durch zahlreiche Forderungen von Forschenden wie der australischen Wissenschaftlerin Metcalfe (2012). Anstatt sich weiterhin auf die Defizite der Öffentlichkeit zu konzentrieren, wurden nun vielmehr weitere Faktoren wie das Vorwissen der Zielgruppe, die Einstellungen zu bestimmten Themen oder deren Erwartungen und Fragen als Forschungsinteresse formuliert (Bucchi & Trench, 2014; Fischhoff, 2013; Varner 2014). Die Erweiterung der Forschungsentwicklung um das dialogische Verständnis der Wissenschaftskommunikation zwischen 1990-2010 konzentriert sich vor allem auf Modelle, welches Trench und Bucchi (2014, S. 2) folgendermaßen beschreiben: *“Near 20 years of discussion of models of science communication—since the naming of the ‘deficit model’— is the most solid thread of theoretical work in this field”*.

Ein einflussreiches und sehr bekanntes Modell in dieser Entwicklung ist das „Public Engagement with Science – A Visual Model“ (siehe Abbildung 2) ausgehend von dem *Center for Public Engagement with Science and Technology* innerhalb der AAAS (Kimbrell et al., 2022). Der Zweck des ganzheitlichen Ansatzes im *Public Engagement with Science*-Modell besteht nach Angaben der Autor*innen vielmehr in dem leichteren Einstieg einer Diskussion, die über bestehende Bemühungen von *public engagement* im naturwissenschaftlichen Bereich in Hinblick auf ihre Inklusivität, ihre Erreichbarkeit oder Repräsentiertheit hinausgehen möchte (Kimbrell et al, 2022). Das Modell zeigt die Interaktion zwischen Wissen-

Wissenschaftler*innen als Akteure und Kommunikatoren von *public engagement* wie *Science Outreach* Programmen mit der Interaktion von Vertretern aus der Gesellschaft. Mit Hilfe dieses Ansatzes sollen vor allem Wissenschaftler*innen darin ermutigt werden, den wissenschaftlichen Ansatz von *public engagement* für sich zu nutzen, indem arrangierte Situationen zwischen beiden Perspektiven zum gegenseitigen Lernen voneinander profitieren und als gewinnbringend und sinnvoll empfunden werden (Braha, 2015, Kimbrell et al, 2022). Mit dem Ansatz, dass Wissenschaftler*innen auch etwas von Teilen der Gesellschaft lernen, unterscheidet sich dieser Ansatz von anderen Ansätzen der Wissenschaftskommunikation, wie dem der kompetenzzentrierten Disziplin (MacArthur et al., 2020). Ziel ist neben dem reflexiven und inklusiven Miteinander auch der Aufbau von längerfristigen Beziehungen zu Gemeinschaften und dem Beachten ihrer Bedürfnisse zu fördern. Die AAAS spricht daher die Empfehlung aus, dass Wissenschaftler*innen ein inklusives, öffentliches Engagement betreiben, das sich positiv auf ihre Motivation sowie ihre Forschung auswirkt (Kimbrell et al., 2022; AAAS, 2016). Hierfür braucht es die Unterstützung ihrer Institution, indem ganzheitliche Ansätze mit Beginn der Ausbildung verfolgt werden, genügend Ressourcen dafür eingeplant und ausgegeben werden müssen, Anlässe zum Üben von *public engagement* gegeben werden und dies auch angemessen bei den Wissenschaftler*innen gewürdigt wird, sodass ausreichend Anreize für ein fundiertes *public engagement* gegeben werden.

Public Engagement with Science A Visual Model

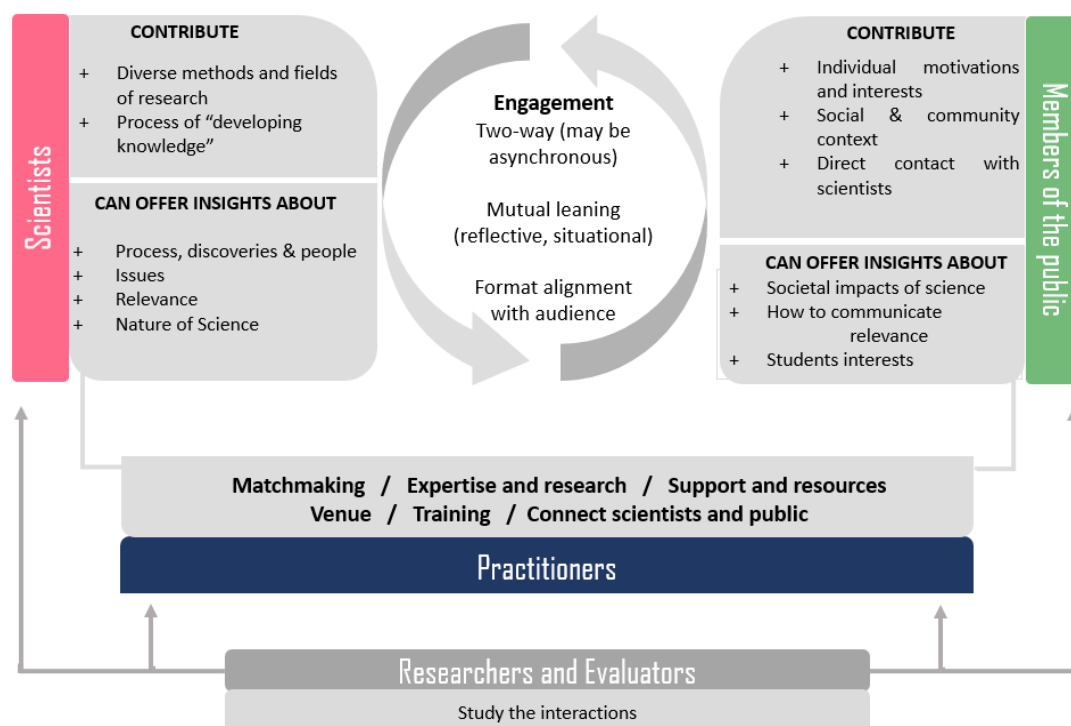


Abbildung 2. Ein visuelles Modell zur Veranschaulichung von Public Engagement mit Wissenschaft (Eigene Darstellung von Dr. Carolin Enzinger nach Kimbrell et al., 2022)

Dazu möchte der ganzheitliche Ansatz des Modells verdeutlichen, dass Wissenschaftler*innen bei ihrer Öffentlichkeitsarbeit von vielen Akteuren unterstützt werden und insbesondere die Vermittlungsrollen in diesem Prozess auch besonders wichtig zu erwähnen sind. Dazu gehören zum einen *Practitioners* für öffentliches Engagement, die den Wissenschaftler*innen beim Organisieren und Durchführen ihrer Aktivität helfen diese leichter mit der Zielgruppe in Kontakt zu bringen und zusätzlich mit weiteren Kompetenzen und Wissen zu fördern. Die *Practitioners* werden zum anderen wieder von Forschenden und Evaluatoren begleitet, bei denen sie auf bewährte Verfahren aus der Forschung zurückgreifen, um

die Auswirkungen der Aktivitäten im *public engagement* besser zu verstehen und systematischer begleiten zu können z.B. in Hinblick auf Qualität und Effizienz der Veranstaltung. Insgesamt betont „The Center“ das Wissenschaftler*innen für eine zufriedenstellende Bewältigung dieser Kommunikationsaufgabe noch gezielter in Form von Ausbildungen, weiteren Ressourcen oder Anreizen gefördert werden sollten. Dieses gelingt ihrer Meinung nach besonders gut durch eine besser institutionell verankerte Unterstützung im Bereich von *public engagement* (Kimbrell et al., 2022).

Die Erweiterung der Kommunikationsformate zu mehr Partizipation

In den 2000er Jahren erweiterte sich die Diskussion in der Wissenschaftskommunikation immer mehr um den Begriff der Partizipation. Dabei meint Partizipation die intensivere Einbindung von Zielgruppen wie Schüler*innen in einem Forschungsprozess, bei dem alle einen Beitrag dazu leisten können und ein Interesse an den Diskussionen haben (z.B. bei *Citizen Science* Projekten, u.a. Kiessling 2019, 2021). Wissenschaftler*innen sahen in der weiteren Einbindung der Öffentlichkeit in wissenschaftliche Prozesse einen Lösungsansatz zur erfolgreichen Bearbeitung gesellschaftlicher Herausforderungen (z.B. Brossard & Lewenstein, 2010). Denn kontroverse Forschung erfordert ihrer Meinung nach stärker öffentliches Engagement im Sinne der kritischen Überprüfung, der Hilfe bei Problemen oder um Änderungen in der Politik sowie dem kollektiven Verhalten weiter anzustoßen (Few, Brown & Tompkins, 2007; Höppner, 2009). In diesem Kontext wird auch von einer stärkeren „Demokratisierung der Wissenschaft“ gesprochen, die mit dem partizipatorischen Modellansatz besser gelingen kann als mit dem Dialogmodell (Fahy & ESConet Team, 2009). Partizipative Modelle der Wissenschaftskommunikation verfolgen vielfältige Ziele: Nach Bucchi (2008) kann die Ko-Produktion von Wissen zwischen Forschenden und der Öffentlichkeit (z.B. das gemeinsame Formulieren von Zielen oder das Festlegen der Forschungsagenda) dabei helfen, die Ziele wie das Engagement für Wissenschaft zu fördern oder eine höhere Akzeptanz von Wissenschaft (durch Transparenz und Partizipation) zu erreichen. Weitere Ansätze möchten dadurch die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Öffentlichkeit weiter fördern, um speziell sozio-technische Fragen besser zu bearbeiten (Kurath & Gisler, 2009), andere verfolgen auf normativer Ebene das Ziel, dass Individuen noch mehr ihr demokratisches Recht wahrnehmen, um auf Themen der Wissenschaft Einfluss zu nehmen oder eine fundierte Entscheidung treffen zu können (Höppner, 2009). Ein anderes Ziel kann die Befähigung sein sich kritischer mit den technischen Entwicklungen, institutionellen Prioritäten und gesellschaftlichen Fragen wie der sozialen Gerechtigkeit zu beschäftigen (Irwin, 2008, siehe Metcalfe (2019) für eine ausführlichere Darstellung der drei Modellansätze). In der Wissenschaftstypologie nach Palmer und Schibeci (2014) ist der Fokus stark auf den Prozess des Wissensaustausches gelegt und auf die Frage, wie sich eine Verbindung zwischen den Akteuren von Wissenschaft und Teilen der Gesellschaft aufbauen kann, je nach Absicht, Art und Beteiligte des Austausches.

Hinsichtlich dieser Entwicklungen hin zu partizipativeren *Outreach*-Formaten bedeutet dies jedoch nicht, dass informative Formate, die zum Beispiel Teile der Bevölkerung mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen informieren möchte, schlechter sind oder an Bedeutung verlieren (Suldovsky, 2016, Monroe, 2011). Es meint vielmehr eine stärkere Abwägung wie die Kommunikationsziele mit einem passenden Format und der Form der Kommunikation bestmöglich erreicht werden können (Suldovsky, 2016; Varner 2014). Neue Paradigmen in diesem Diskurs wie der zu „communication in context“ betonen dahingehend die Relevanz von kontroversen und reflektierten Debatten über Wissenschaft mit Teilen der Gesellschaft, die die Entwicklung ausgehend vom *Deficit Model* zu einem dialogischeren bzw. *Engagement*-fokussierten Ansatz weitergetrieben haben (Akin und Scheufele, 2017). Metcalfe (2019) betont daher, dass besonders das partizipative Model der Wissenschaftskommunika-

tion dazu geeignet ist, kontroverse Themen im Feld der menschlichen Gesundheit, Umwelt oder Lebensmittelsicherheit anzusprechen. Es eignet sich jedoch weniger für die wissenschaftliche Grundlagenforschung mit speziellen Fachwissen, Einrichtungen und Geräten (Callon, 1999; Metcalfe, 2019).

Die Entwicklung zur Berücksichtigung aller Kommunikationsformen

Im Forschungsdiskurs um Kommunikationsmodelle gibt es nicht nur Modelle, die sich explizit einer Kommunikationsform zuordnen, sondern auch in der Nutzung des Formates zwischen den drei Kommunikationsformen variieren können. Einer dieser Modellansätze ist der des *Kiel Science Outreach Campus* (KiSOC)⁷ mit ihrem eigenen Planungsmodell zur Verortung von Angeboten. In diesem wird explizit das Verhältnis zwischen Kommunizierenden, Nutzenden, dem Einfluss des Kontextes und den angesprochenen Kommunikationsformen dargestellt (siehe Abbildung 3).

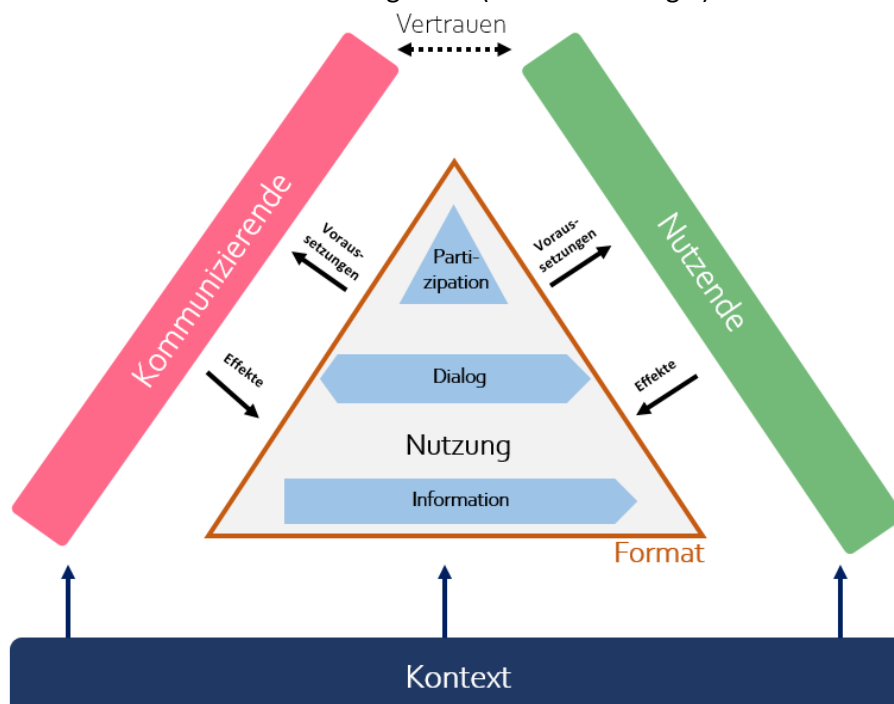


Abbildung 3. *Teilnehmende, Wege und Bedingungen der Wissenschaftskommunikation – Modell entwickelt vom Kiel Science Outreach Campus (eigene Darstellung nach Sattelkau, 2021, S. 26)*

In der Mitte dieser Einbindung liegt der Anlass zur Wissenschaftskommunikation, der je nach dem Modell eine einseitige Informationsübertragung der Kommunizierenden zu den Nutzenden sein kann (Information/ Transmission), als zweiseitige Interaktion zwischen den Kommunizierenden und den Nutzenden aussehen (Interaktion/Dialog) oder dreiseitig bzw. partizipative Formate zwischen den Kommunizierenden, ihren Nutzenden sowie zusätzlich dem Einfluss des Kontextes (Partizipation/Engagement) mit einschließen (Sattelkau, 2021). Einfluss auf alle drei Kommunikationsformen haben die Kommunizierenden mit ihren Voraussetzungen (z.B. ihre Ziele, Interessen, Vorwissen, Werte), die jedoch auch wieder Einfluss auf die Kommunizierenden mit ihrer Wirkung (z.B. Lernen von Nutzenden, bessere Einschätzung der Zielgruppe oder verbesserte Kommunikationsfähigkeiten) haben können.

Dem gegenüber stehen die Nutzenden der Aktivität im Rahmen von Wissenschaftskommunikation. Diese bringen ebenfalls Voraussetzungen (z.B. Interessen, Erwartungen, Vorwissen, Einstellungen oder mentale Modelle) mit in die Situation der Wissenschaftskommunikation und prägen aber ebenfalls das

⁷ Der *Kiel Science Outreach Campus* (KiSOC) war ein interdisziplinäres Team aus Forschenden am IPN Kiel, die Forschungsarbeiten im Feld der Wissenschaftskommunikation und Fachdidaktik getätigt haben.

Kommunikationsformat durch dessen Effekte (z.B. situatives Interesse, Lernerfolge, gesteigertes Vertrauen in Kommunizierende). Als dritten und letzten Einflussfaktor auf die Situation der Wissenschaftskommunikation ist der Kontext zu erwähnen. Dieser kann ebenfalls das Kommunikationsformat mit ihrem Einfluss (z.B. Atmosphäre der Kommunikation oder Ort und Dauer der Veranstaltung) entscheidend prägen (Sattelkau, 2021). Unklar bleibt in diesem Modell jedoch, welche Rolle Vermittelnde aus der Wissenschaftskommunikation einnehmen oder ob diese überhaupt explizit mitgedacht wurden.

Der wissenschaftliche Diskurs vs. praktischer Umgang mit Kommunikationsmodellen

Beim Umgang mit den exemplarisch vorgestellten Modellen sehen Brossard und Lewenstein (2010) den Zweck darin, einen Rahmen für ein verbessertes Verständnis von einem `Problem`, der Herangehensweise beim Messen und mögliche Lösungsansätze zu bekommen. Dabei geht in der Regel um das Verständnis und die Beziehung zur Wissenschaft, die Metcalfe et al. (2022) als „Schuldzuweisung“⁸ und damit „Schuld“-Modellen sieht. In dem beschriebenen *dissemination model* oder *literacy model* (allgemein als Defizitmodell bezeichnet) verfolgt dieses das Ziel einer wissenschaftlich informierten Gesellschaft und diese Gesellschaft wird als nicht wissenschaftlich informiert „beschuldigt“, wenn sie nicht selber über Wissenschaft informiert ist. Im zweiten Modell des „*Public Understanding of Science Model*“ (allgemein als „Dialogmodell“ bekannt) wird die beidseitige Interaktion von Wissenschaftler*innen und Teilen der Öffentlichkeit dargestellt, die durch die Interaktion ihr Verständnis zur Wissenschaft weiterentwickeln und umgekehrt Wissenschaftler*innen die Bedürfnisse der Öffentlichkeit besser einschätzen können. Wissenschaftler*innen können beschuldigt werden, dass sie diese Bedürfnisse entweder nicht richtig verstehen oder diese nicht genügend in ihrer Forschung berücksichtigen. Andersherum können Teile der Öffentlichkeit dafür beschuldigt werden, sich nicht genügend am Dialog mit Wissenschaftler*innen zu beteiligen oder diesen Dialog nicht ausreichend verstehen. Das dritte „*science in society model*“ (allgemein als „Partizipatorisches Modell“ bekannt) sieht wissenschaftliches Wissen als eine Quelle zum Lösen gesellschaftlicher Herausforderungen an. In diesem Modell sind Wissenschaftler*innen und Teile der Öffentlichkeit als vielmehr gleichberechtigt zu sehen, bei denen beide Parteien verantwortlich gemacht werden können für keine effektive Zusammenarbeit im Herbeiführen eines positiven gesellschaftlichen Wandels verantwortlich zu sein. Darüber hinaus kann eine „Schuldzuweisung“ erfolgen, wenn Wissenschaftler*innen oder *Practitioners* willentlich oder unwillentlich im `deficit model` verharren und keine weiteren Schritte hinsichtlich einer dialogischen oder partizipativen Form der Wissenschaftskommunikation unternehmen.

Diese Argumentation der „Schuldzuweisungen“ zeigt auf, dass diese Modelle zum besseren Verständnis der Ansätze in der Wissenschaftskommunikation auch die Funktion haben können Kritik an den Bemühungen der Kommunikator*innen auszuüben. Eine Folge davon kann die weitere Trennung zwischen der Arbeit der Wissenschaftler*innen in der Wissenschaftskommunikation und den *Practitioners* sein, wie sie beim Modell `science in society` beispielsweise aufkam (Miller, 2003). Metcalfe et al. (2022) äußert daher Kritik, dass die *Practitioners* in der Wissenschaftskommunikation lange Zeit nicht hinreichend einbezogen und in den Modellen beachtet wurden. Denn auch für sie können die Modelle der Wissenschaftskommunikation hilfreich sein, indem diese sich z.B. auf die Beziehungsebene der Teilnehmenden konzentrieren und Strategien für ihre Interaktionen bilden (Trench, 2012). In einer Studie von Brossard und Lewenstein (2010) wurden daher *Practitioners* aus der Wissenschaftskommunikation zu ihrem Umgang mit Modellen befragt. Diese berichteten vielmehr von einem pragmatischen Umgang damit, indem Teile von Modellen der Wissenschaftskommunikation auf den Kontext, die Bedürfnisse der Teilnehmenden und das Event angepasst wurden. Es kommt daher zu einer Ko-Existenz

⁸ Aus dem Englischen übersetzt mit „blame“ (siehe Metcalfe et al., 2022, S. 4).

bestehender Modelle, die sich auch überschneiden können. Das heißt nach Metcalfe (2019) kommt es selten zu einer Aktivität, die ausschließlich Merkmale einer defizitären, dialogischen oder partizipativen Kommunikationsform zeigen. Dieses passiert ebenfalls, wenn die übergeordneten Ziele der Organisator*innen sich explizit nur einem Modell zuordnen, aber die Aktivität verschiedene Formen der Modellmerkmale einsetzt. Dabei ist die Idee der Koexistenz verschiedener Modelle wissenschaftlich gut belegbar (z. B. Brossard & Lewenstein, 2010; Bucchi, 2008; Hetland, 2014; Jensen & Holliman, 2016; Trench, 2008), jedoch nicht allgemeiner Konsens im aktuellen Forschungsdiskurs der Wissenschaftskommunikation. Stattdessen zeigt sich die dominierende Haltung gegenüber den verschiedenen Kommunikationsmodellen (z.B. Höppner, 2009; Palmer & Schibeci, 2014; Stocklmayer, 2013). Ein Beispiel für die Koexistenz verschiedener Ansätze zeigt sich beim Halten eines Vortrages von Wissenschaftler*innen vor Teilen der Öffentlichkeit wie Schüler*innen, die wiederum Rückfragen an den Vortragenden haben. In diesem Beispiel trifft der defizitäre Kommunikationsansatz auf eine dialogische Aktivität. Metcalfe et al. (2022) vergleicht dieses Format der Mischung von defizitären und dialogischen Kommunikationsformen mit geschichtlichen Beispielen, in denen vornehmlich männliche Wissenschaftler*innen ihre Forschung vorstellten und wahrscheinlich vor, während und nach dem Vortrag mit interessierten Zuhörenden ins Gespräch gekommen sind. Diese kamen wahrscheinlich vor allem aus Interesse an dem Forschenden und seinem Thema und weniger dem Hauptgrund des Schließens einer Wissenslücke. Diese einseitige Kommunikation hat somit eine lange Tradition, sodass Metcalfe et al. (2022) vielmehr von Verbreitung eines Themas an ein größeren Publikum spricht und weniger dem Wissensdefizit. Auch die Analysen einer partizipatorischen Kommunikationsstils beinhaltet Merkmale des defizitären und dialogischen Ansatzes und existiert nicht allein durch die Verbreitung von Informationen über den Hintergrund oder dem Kontext mit Hilfe der einseitigen Kommunikation und der Dialogtechniken. Der Vorteil einer partizipatorischen Kommunikation besteht in dem Aufbau von Vertrauen durch Beziehungsarbeit. Ist diese erfolgreich, kann dies auch ein effektiveres Vermitteln von Inhalten und Dialog fördern, dass Auswirkungen auf Einstellungen, Entscheidungen oder Verhalten der Wissenschaftler*innen und Teilen der interagierenden Öffentlichkeit bedeuten kann. Dabei erwähnt Metcalfe et al. (2022), dass diese Art der Wissenschaftskommunikation nur ein Aspekt einer vielseitigen Wissenschaft mit unterschiedlichen sozialen, politischen und kulturellen Kontexten, Eigenschaften oder Level an Komplexität ist. Ein Resultat daraus ist die Koexistenz verschiedener Modelle. Dies ist ihrer Meinung nach nicht nur dem Zufall geschuldet, sondern notwendig für die Sicherstellung der angestrebten Ziele in der Wissenschaftskommunikation. Der defizitäre Ansatz ist demnach nicht als verwerflich oder schlecht anzusehen, sondern sollte vielmehr als Vermittlungsstil zum Übertragen von Informationen gelten, welches Teile der Öffentlichkeit explizit fordern z.B. als Element einer Entscheidungsfindung wie das Impfen in der COVID-Pandemie oder die Bedeutung von Wissenschaft für die Gesellschaft.

Metcalfe et al. (2022) sieht darüber hinaus in der Vielzahl an Formaten, Ansätzen und den vorgestellten Modellen der Wissenschaftskommunikation eine Chance diese erfolgreich in die Praxis zu überführen. Die Beteiligten aus Teilen der Öffentlichkeit und Wissenschaft können somit verschiedene Aufgaben erfüllen, indem forschungsbasierte Erkenntnisse gefunden und diskutiert werden können oder Teile der Öffentlichkeit das Forschungsthema und ihre Prozesse mitgestalten. Forschende der Wissenschaftskommunikation haben dabei die Möglichkeit aus einem Fundus an Aktivitäten und Modellen auszuwählen und zu variieren sowie Wege der Kommunikation etwa durch Partizipation kontroverser und politisierter Themen noch effektiver zu gestalten. Jedoch zeigen sich aus Forschungsperspektive noch (zu) wenige evidenzbasierte Ergebnisse, in denen diese Modelle systematisch in den Forschungsprozess etwa bei *Science Outreach* Veranstaltungen mit eingebunden werden (Varner, 2014; Metcalfe et al., 2022). Dahingehend können diese Modelle zentral für die Analyse und Planung, das Design oder

die Evaluation von Aktivitäten eingesetzt werden, etwa beim Analysieren von Kommunikationszielen der Kommunikatoren und den Erwartungen der Zielgruppe vor Beginn der Veranstaltung.

Nicht nur auf Ebene der Kommunikationsmodelle zeigt sich eine Entwicklung von defizitären Ansätzen hin zur Öffnung vielfältiger Kommunikationsansätze innerhalb der Forschungstradition, sondern auch im Umgang mit der Qualität von *Science Outreach* Programmen, die im Folgenden nachgezeichnet wird.

1.3.1.2 Ziele der Wissenschaftskommunikation – Die Fokussierung von Quantität zu mehr Qualität von Wissenschaftskommunikation

Lange Zeit begleitete der Diskurs in der Wissenschaftskommunikation die Forderung, dass Forschende ihren "Elfenbeinturm" verlassen und sich aktiv in den gesellschaftlichen Diskurs einbringen (Olesk et al. 2021). Dies zeigte sich an zahlreich geschaffenen Projekten und Strukturen wie etwa an universitären Vorlesungsveranstaltungen wie der Kieler Darwintag (Claussen et al., 2020), Forschungswerkstätten für Schüler*innen (z.B. Kapitza, 2020) oder der immer größer werdenden *Citizen Science* Forschung (z.B. Kiessling et al. 2019). Allmählich zeigt sich dahingehend eine Sättigung bei der Anzahl und Vielfalt von Formaten der Wissenschaftskommunikation, sodass bei bestehenden Projekten immer stärker die Frage nach qualitativen Kriterien aufkam (Bucchi & Trench, 2014). Dieser Diskurs um Qualität in vor allem Medienprojekten der Wissenschaftskommunikation ging nach Darstellungen von Olesk et al. (2021) mit zentralen Begriffen wie *Objektivität (objectivity)*, *Akkuratheit (accuracy)* oder der *Qualität von Quellen (quality of sources)* einher und mündete häufig in der Frage nach der wahrgenommenen Qualität von Aktivitäten in der Wissenschaftskommunikation (z. B. Hall Jamieson and Hardy, 2014; Van der Bles et al., 2019). So wurde beispielsweise bei gesellschaftlichen Diskursen zu Themen mit großer wahrgenommener Relevanz wie dem Klimawandel oder jüngste Ereignisse in der COVID-19 Pandemie Wissenschaftskommunikation als überaus wichtig wahrgenommen, jedoch fehlte es laut den Kritikern meistens an "Qualität" oder die Art der Kommunikation benötige "starke Verbesserungen". Auffallend war dabei, dass die Kritik zwar geäußert wurde, jedoch Konkretisierungen, Kriterien zur "Qualität" und Lösungsvorschläge häufig fehlten (Olesk et al., 2021).

Kriterium der Qualität - Fokussierung auf „Akkuratheit (accuracy)“ in der Wissenschaftskommunikation

Ein immer wiederkehrender Diskurs nimmt dabei die "Akkuratheit" von Aktivitäten in der Wissenschaftskommunikation ein, der nach Hansen (2016) bis in die 1980 Jahre zurückgeht und mit Diskursen zum *Deficit Model* assoziiert wurden. Dabei wurde die Unwissenheit der Öffentlichkeit mit dem Fehlen oder der falschen Präsentation von "Fakten" in Verbindung gebracht. Heutzutage scheint dieser Diskurs erneut in Verbindung mit journalistischer Sprache und dessen Werten wie Objektivität oder Neutralität sowie den Diskursen über einfache Verbreitungsmechanismen von *Fake News*⁹ in sozialen Netzwerken aufzukommen (Scheufele und Krause, 2019). Als eine Reaktion darauf kann auch der verstärkte Diskurs über die Beurteilung der Quellen von Wissenschaftskommunikation etwa in Medien gelten, sodass Šuljok und Brajdi'c Vukovi'c (2013) eine vierstufigen Vertrauenswürdigkeitsindex (1. Primäre Informationsquelle im Artikel angegeben, 2. Zusätzliche Informationsquelle angegeben, 3. Expertenmeinung ist „vertrauenswürdig“ und 4. Struktur des Artikels analysieren z.B. eher oberflächliche Argumente oder tiefergehende Argumente) einführten oder auch die dänische Website für Wissenschaftsnachrichten (videnskab.dk) einen *Science Evidence Indicator* zum Ausfüllen der Autor*innen entwi-

⁹ Unter *fake news* werden Falschmeldungen von manipulierenden Nachrichtenseiten verstanden.

ckeln, der hilft den Lesenden Quellen eines medizinischen Artikels in Hinblick auf die Qualität des Artikels, der verwendeten evidenzbasierten Methode, der Erfahrung des Forschenden oder weitere Merkmale der Studie besser bewerten zu können (Løvlie, Waagstein und Hyldgård, 2019).

Erweiterung des Blickfeldes von „Akkuratheit (accuracy)“ zu weiteren Initiativen und Werten der Qualitätssicherung

Führende Forschende im Bereich der Wissenschaftskommunikation wie Bucchi (2019) stellen daher fest, dass der Begriff „Qualität“ selten definiert wird und dieser seiner Meinung nach mehr beinhaltet als nur über die „Genauigkeit“ zu sprechen, sondern auch Werte wie „Offenheit“, „Möglichkeiten zum Dialog“, „Unparteilichkeit“ oder „keine Abhängigkeit“ in die Diskussion über die Qualität von Aktivitäten der Wissenschaftskommunikation zu berücksichtigen. Andere Initiativen in diesem Bereich wie die von Rögener und Wormer (2017) leiteten mit Hilfe von Journalisten und Student*innen Kriterien für eine gute Berichterstattung von Umwelthemen ab und wendeten diese bei Artikeln an. Ihr Resultat war, dass der Punkt „Genauigkeit“ nicht die größte Schwäche bei der Qualität von Artikeln war, sondern vielmehr wissenschaftliche Erkenntnisse in einem verständlichen Kontext zu setzen, Beweise für verwendete Informationen darzustellen oder auch andere kontroverse Positionen zuzulassen. Diese Erkenntnisse machten deutlich, wie wichtig es ist vielfältige Perspektiven der Beteiligten beim Design von Anhaltspunkten zu berücksichtigen. Olesk et al. (2021) sehen daher die Schwächen in den vorgestellten Beispielen in einem zu starken Fokus auf Medien oder Nachrichten, sodass nur ein Teilbereich der Wissenschaftskommunikation betrachtet wird.

Das Stichwort „Qualität“ wird jedoch auch im Kontext der Einbeziehung des Publikums oder der Wirksamkeit Vermittlung von Botschaften der Kommunizierenden erwähnt. Einmal bezieht es sich auf die Fähigkeiten der Kommunikator*innen wie sie ihre Zielgruppe adressieren und zudem wird von Qualität gesprochen, wenn über den Stil der Kommunikation gesprochen wird. Dabei meint Stil von Kommunikation vielmehr Aspekte wie den Zugang zum Inhalt oder das Verwenden von *Storytelling*-Elementen und die Verwendung von Narrativen (Morris et al., 2019). Ebenso wird das Erfordernis für verständliche Materialien an die Zielgruppe angesprochen.

Eine weiter an Bedeutung zunehmende Maßnahme, um die Qualität der Wechselwirkung zwischen Wissenschaftler*innen und Teilen der Öffentlichkeit zu verbessern, ist das Aufkommen von Kommunikationstrainings für Wissenschaftler*innen (z.B. Dudo, Besley & Yuan, 2018, 2021). In der Forschung darüber sind sich diese sicher, dass Wissenschaftler*innen in der modernen Wissenschaftskommunikation nicht nur Kenntnisse über das verständliche Vermitteln ihrer Forschung erlangen sollten, sondern neben der Medienkompetenz und dem *Framing* auch Kompetenzen aufbauen, wie Dialoge und Partnerschaften zwischen verschiedenen Beteiligten gelingen können (Baram-Tsabari und Lewenstein, 2017; Besley, Dudo, Yuan et al., 2016). Diese Bestrebungen führten beispielsweise zu zwei Co-Design Ansätzen (Seethaler et al., 2019; Mercer-Mapstone und Kuchel 2017) mit dem Resultat der Identifikation von Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen für Wissenschaftskommunikation. Bei der zweiten Quelle kamen beispielsweise die folgenden zwölf Kernkompetenzen für eine effektive¹⁰ Wissenschaftskommunikation mit einem nicht-wissenschaftlichen Publikum heraus (Mercer-Mapstone and Kuchel, 2017, S. 189):

- *Identify and understand a suitable target audience;*
- *Consider the levels of prior knowledge in the target audience;*
- *Promote audience engagement with the science;*

¹⁰ Mit Effektivität wird in dieser Arbeit ein Beurteilungskriterium verstanden, mit dem beschrieben wird, ob eine Maßnahme für das Erreichen der Ziele geeignet ist oder nicht.

- *Encourage a two-way dialogue with the audience;*
- *Use language that is appropriate for your target audience;*
- *Use a suitable mode and platform to communicate with the target audience*
- *Use the tools of storytelling and narrative;*
- *Separate essential from non-essential factual content in a context that is relevant to the target audience;*
- *Use/consider style elements appropriate for the mode of communication [such as humour, anecdotes, analogy, metaphors, rhetoric, images, body language, eye contact, and diagrams]*
- *Identify the purpose and intended outcome of the communication;*
- *Consider the social, political, and cultural context of the scientific information;*
- *Understand the underlying theories leading to the development of science communication and why it is important.*

Die zwölf Kernkompetenzen sind somit das Resultat aus einer evidenzbasierten Analyse aus der Literatur zu Wissenschaftskommunikation, Bildungswissenschaften wie Naturwissenschaftsdidaktik, Wissenschaft und der Kommunikation sowie der mehrmaligen Befragung von 15 Experten als *Practitioners* aus diesen Feldern. Diese klaren, evidenzbasierten Empfehlungen sind vielmehr vereinzelt in der Literatur zu beobachten, insbesondere als Studie und Empfehlung in der wissenschaftlichen Ausbildung.

Ein neuer Rahmen für die Beurteilung von Qualität in der Wissenschaftskommunikation

Bestehende Literatur zur Evaluation von Formaten der Wissenschaftskommunikation (z.B. Spicer, 2017) betrachtet nach Olesk et al. (2021) vor allem Qualität aus der Sicht des Publikums, wie dessen wahrgenommene Erfahrung oder das Levels an Engagement. Weniger werden diese Aspekte in Hinblick auf die Inhalte der Veranstaltung evaluiert. Olesk et al. (2021) schlagen daher einen neuen Rahmen für die Beurteilung der Qualität vor und liefern eine Antwort auf die Forderung von Bucchi und Trench (2014) nach einer "neuen Definition von Qualität" in der Wissenschaftskommunikation. Während früher die Qualität der Kommunikation vielmehr die Marke oder den Ruf des Mediums sichergestellt hat, braucht es ihrer Meinung nach mit der heutigen, steigenden Informationsflut mehr Kompetenzen auf der Nutzerseite sowie eine klarere Definition von Qualität. Sie stellen daher zentrale Qualitätskriterien für alle Beteiligten auf, die zum einen bestehende Qualitätsstandards in dem Feld zusammenfassen und zum anderen ein nützliches Mittel sein können, um die Qualität von Aktivitäten in der Wissenschaftskommunikation zu unterstützen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. 12 Indikatoren von Qualität nach Olesk et al. (2021)

Trustworthiness and scientific rigour	Presentation and style	Connection with society
Scientific Factual Balanced Transparent	Clear Coherent and contextual Spellbinding Interacting with the audience	Purposeful and targeted Impactful Relatable Responsible

Der erste Bereich "trustworthiness and scientific rigour" bezieht sich auf das Konstrukt des Vertrauens. Dieses ist wichtig in Hinblick auf das Medium als auch der Quelle (Weingart und Guenther, 2016). Eine qualitätsvolle Kommunikation mit den vier Attributen (*scientific, factual, balanced and transparent*) kann das Vertrauen in Wissenschaft und ihre Wissenschaftler*innen erzeugen und aufbauen, indem nicht nur Informationen zu einem Thema übermittelt werden, sondern auch wie gewisse Facetten von Forschung funktionieren, bei der am Ende das erworbene Wissen generiert und weiterverbreitet wird.

Diese können den Zuhörenden helfen eine abgewogene Entscheidung darüber zu treffen, ob man einer Informationsquelle traut oder nicht.

Der zweite Bereich "presentation and style" meint die Präsentation von Inhalten aus der Wissenschaft und die Aufnahme des Zuhörenden mit den Inhalten. Von der Qualität der Kommunikation ist es hier abhängig, wie gut es gelingt eine bedeutsame Kommunikation mit Teilen der Öffentlichkeit zu führen, die auf Verständlichkeit, Sichtbarkeit und ansprechender Aufmachung (*clear, coherent and contextual, spellbinding, interacting with the audience*) beruht. Die Herausforderung zeigt sich insbesondere im Spannungsfeld Wissenschaft und ihre Kommunikation attraktiv und begeisterungsfähig zu gestalten und zum anderen Charakteristika einer vertrauenswürdigen, objektiven und transparenten Wissenschaft nicht zu riskieren.

Der dritte und letzte Bereich "connection with society" beinhaltet die Verbindung der Kommunikation mit den Bedürfnissen der Zuhörenden und den übergeordneten Auftrag im Sinne der Wissenschaftskommunikation. Eine qualitativ hochwertige Kommunikation im Bereich der Wissenschaftskommunikation (*purposeful and targeted, impactful, relatable and responsible*) schafft eine verbesserte Interaktion zwischen Mitgliedern der Öffentlichkeit und Wissenschaft und positioniert sich selbst in einer Vermittlerposition mit viel Verantwortung.

Die zwölf Kriterien sind durch das gemeinsame Verständnis von Qualität unterschiedlicher Beteiligter (z.B. Organisator*innen, Wissenschaftler*innen oder Teilnehmende) entstanden. Dabei wurden die Diskussionen der drei momentan einflussreichsten Forschungsbereiche aufgegriffen in Hinblick auf den Bezug zur wissenschaftlichen Qualität, dem Stil von Wissenschaftskommunikation sowie den Anforderungen um ein qualitativvolles Engagement zu ermöglichen. Das Resultat ist ein Vorschlag für Grundsätze in der Wissenschaftskommunikation durch einen kohärenten Qualitätsrahmen, der in der Diskussion um Medien, soziale Medien, Engagement oder bei der Beurteilung von Bildungsformaten eingesetzt werden könnte. Dabei besteht nach Olesk et al. (2021) keine Hierarchie unter den Kriterien, in der das Vorhandensein eines Kriteriums besonders wichtig ist oder das Fehlen eines Merkmals durch ein anderes ersetzt werden könnte; stattdessen seien alle Kriterien als gleich wichtig anzusehen um Qualität sicherzustellen. Qualität wird auf diese Weise als mehrdimensional angesehen, die nicht durch ein einziges Merkmal oder Element definiert ist. Die Autor*innen betonen beim Identifizieren der Dimensionen, dass vorzugsweise alle benannten Kriterien gleichzeitig vorhanden sein sollten. Daher kann Qualität als eine Eigenschaft verstanden werden, die die Integrität des Rahmens widerspiegelt, d. h. das Vorhandensein aller Qualitätselemente in der Kommunikation. Ein ähnliches Ergebnis, wenn auch nicht explizit formuliert, ging aus anderen Studien mit der Verwendung eines Co-Design-Ansatzes hervor (Mercer-Mapstone und Kuchel, 2017; Seethaler et al., 2019). Die Kriterien müssten nach Olesk et al. (2021) daher eine natürliche und gewünschte Vielfalt in der Wissenschaftskommunikation beachten und gleichzeitig dürfe dadurch nicht erwartet werden, einfache Antworten auf komplexe Herausforderungen in der Wissenschaftskommunikation zu bekommen, dass ein Modell in der Interaktion zwischen Teilen der Gesellschaft und Wissenschaft für alle Kontexte passt (Bucchi and Trench, 2014).

Als konkrete Beispiele für die Anwendung stellen Olesk et al (2021) in theoretischen Ansätzen dar, wie der Begriff der Qualität in die Modelle der Wissenschaftskommunikation einfließt, inwieweit diese Kriterien mit Zielen der Wissenschaftskommunikation abgeglichen werden oder in praktischen Zusammenhängen bei *Practitioners* als Gegenstand zur Selbsteinschätzung von Wissenschaftler*innen in Bezug auf die Qualität ihrer Kommunikation sowie als Bestandteil Wissenschaftskommunikationskursen für Wissenschaftler*innen (Olesk et al., 2021; Maiden et al. 2020). Aus Forschungssicht eignet sich der Ansatz nach Olesk et al. (2021) insbesondere, um zu überprüfen ob Qualitätsinhalte einer effektiven Wissenschaftskommunikation dadurch unterstützt werden könnten (Olesk et al., 2021; Maiden et al.

2020). Qualität meint hier die Eigenschaft des Inhalts im Feld der Wissenschaftskommunikation durch die Beschreibung des Inputs von den Kommunikatoren. Der Begriff „Effektivität“ bezieht sich auf Wirkung der Kommunikation z.B. messbar durch die Reaktion der Zielgruppe darauf. Mit Hilfe eines Rahmens von Qualitätsindikatoren können daher Qualitätsinhalte identifiziert und überprüfbar gemacht werden, die eine Antwort auf die Wirksamkeit der Aktivität zulassen und so eine stärker evidenzbasierte Kommunikationspraxis ermöglichen.

1.3.1.3 Zusammenfassung

Bezüglich der Entwicklung dieser Forschungstradition lassen sich explizit zwei Trends ausmachen: Zum einen zeigt die Diskussion um Kommunikationsmodelle eine Umorientierung von vordergründig einseitigen Vermittlungsformen im Sinne des ‚deficit model‘ (z.B. Callon, 1999) hin zu immer mehr dialogischen (z.B. ‚Dialog-Modell‘, Kimbrell et al., 2022) und partizipativen (z.B. communication in context, Akin und Scheufele, 2017) Vermittlungsansätzen oder die Berücksichtigung aller drei Kommunikationsformen (z.B. ‚KiSOC-Modell‘, Sattelkau 2021). Diese Umorientierung soll vor allem ein effektiveres und längerfristiges, öffentliches Engagement fördern (Trench & Bucchi, 2014; Schäfer et al., 2015a; Wu et al., 2019). Es lässt sich zudem feststellen, dass die Rolle der *Practitioners* lange Zeit nicht ausreichend in der Diskussion berücksichtigt wurde und mittlerweile häufiger auch in den Modellen der Wissenschaftskommunikation als eigenständige Rolle wahrgenommen und abgebildet wird, der auch Naturwissenschaftsdidaktiker*innen mit ihrer Forschung zugerechnet werden (Metcalf et al., 2022). Zum anderen lässt sich eine Verlagerung des Interesses von Fragen der Quantität im Sinne des Schaffens von Angeboten der Wissenschaftskommunikation hin zu Fragen der Qualität der Aktivitäten beobachten. Dabei wurde sich lange Zeit auf einzelne Kriterien wie das der „Akkuratheit“ in der Wissenschaftskommunikation beschränkt (z.B. das Hinterfragen von seriösen Quellen) und entwickelte sich weiter zu Vorschlägen von zwölf Kernkompetenzen effektiver Wissenschaftskommunikation (z.B. Mercer-Mapstone and Kuchel, 2017) hin zum Verständnis von zwölf gleichwertigen Indikatoren zur Beurteilung der Qualität von Aktivitäten (z.B. Olesk et al., 2021). Hierfür werden auch zunehmend Kommunikationstrainer*innen wie z.B. aus der Naturwissenschaftsdidaktik als Unterstützung einer qualitativ hochwertigen Kommunikation von Wissenschaftler*innen integriert (Dudo et al., 2021). Beide Entwicklungen sowie das Mitdenken der fachdidaktischen Expertise und Rolle lassen sich auch in einflussreichen Modellen wie das „Theory of Change“ der AAAS (Kimbrell et al., 2022) z.B. in den Zielen und der gemeinsamen Vision verorten (siehe Abbildung 4, Kasten vier und fünf).

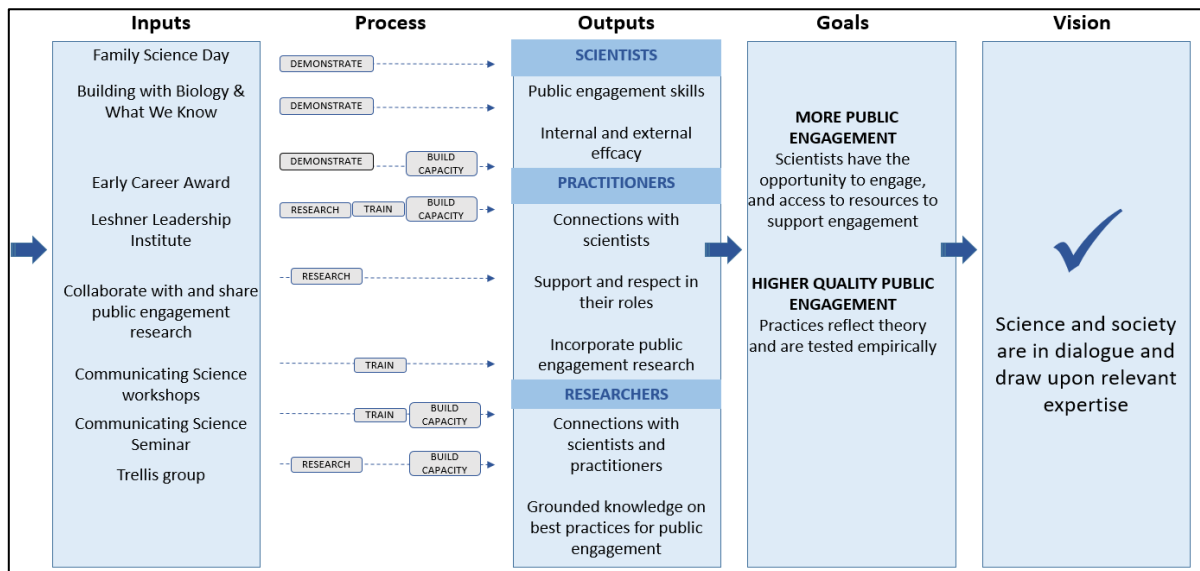


Abbildung 4. Eigens angepasste Grafik der "Theory of change" ausgehend vom AAAS Center for public engagement with science and technology (2015).

Bezüglich der aktuellen Forschung im Bereich der Wissenschaftskommunikation besteht zudem noch großes Potenzial darin, die vielfältigen Kommunikationsformen von Aktivitäten systematisch und längerfristig zu evaluieren. Mit Hilfe dieser Informationen lassen sich zudem auch genauere Aussagen über die Wirksamkeit der Veranstaltung und ihrer Teilnehmenden treffen (z.B. Varner, 2014).

1.3.2 Die forschungsbasierte Auseinandersetzung mit *Science Outreach* Programmen aus Sicht der Naturwissenschaftsdidaktik

Auch die fachdidaktische Forschung hat ein großes Interesse darin *Science Outreach* Programme stetig forschungsbasiert zu verbessern und in den Schulkontext einzubinden. Im nachfolgenden Kapitel werden zwei elementare Diskurse in der Forschungsentwicklung der Naturwissenschaftsdidaktik ausgeführt, um das Ziel einer fundierten *scientific literacy* bei Schüler*innen zu erreichen. Dazu wird im ersten Schritt geklärt was dieses Konzept beinhaltet, wie es definiert ist und wie der aktuelle Stand bei Schüler*innen ist. Ein prägendes Modell in der Konzeptualisierung von Unterricht als auch moderner Forschung für die Zielgruppe von Schüler*innen wird im zweiten Schritt vorgestellt und weiter ausgeführt.

1.3.2.1 Ziele der Naturwissenschaftsdidaktik – Förderung von „*scientific literacy*“

Der erste Trend greift die Entwicklung einer *scientific literacy* bei Schüler*innen auf, weil dieses zu den übergeordneten und einflussreichsten Zielen im naturwissenschaftlichen Unterricht gehört. Lange Zeit konzentrierte man sich dahingehend in der Schule vor allem um den Erwerb von Fachwissen, so auch beim Vermitteln der *scientific literacy*. Erst in den letzten 10-15 Jahren kam es zu einem Paradigmenwechsel von einer vordergründigen Art der Wissensproduktion („outcome“-Orientierung) zu einer Ausrichtung hin zum Erwerb von Kompetenzen sowie einem Vermittlungsansatz im Sinne eines konstruktivistischen Verständnisses mit einer holistischen, reflektierenden und alltagsbezogenen Perspektive auf die Welt („competence“-Orientierung). Dieses zeigt sich national in den vier Kompetenzbereichen (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) in den Bildungsstandards

für alle Naturwissenschaften, die so eine naturwissenschaftliche Grundbildung bzw. Kompetenz (*scientific literacy*)¹¹ im Sinne der Fachkompetenz fördern möchte und neben den Inhalten auch Prozesse und Erkenntniswege von Wissenschaft fördern möchten (KMK, 2004b, 2020). Ebenfalls auf internationaler Ebene bekräftigt die AAAS 1989 diese Entwicklung vom Fachwissen zur weiteren Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung (AAAS, 1993). Aus einem Verständnis von „Science through Education“ entwickelt sich nach Holbrock und Rannikmae (2007) immer mehr die Auffassung von „Education through Science“. Die Verlagerung des Fokus von Fachwissensvermittlung zu mehr Inhalten der *scientific literacy* im naturwissenschaftlichen Unterricht gründet auf der Annahme eines effizienteren Unterrichtes hinsichtlich der erworbenen Wissenschaftskompetenz. Diese lässt sich ebenfalls leichter in Alltagssituationen anwenden und entspricht auch dem übergeordneten Ziel der Bildungspolitik vom naturwissenschaftlichen Unterricht (OECD, 2019). Daher ist ein übergeordnetes Ziel der fachdidaktischen Forschung zu untersuchen, wie man wissenschaftliche Kompetenz bzw. *scientific literacy* im Unterricht weiter fördern kann. Dafür wird das Konzept der *scientific literacy* stetig evaluiert und inhaltlich angepasst.

Verschiedene Definitionen von „scientific literacy“

Das Hervorheben der *scientific literacy* mit dazugehörigen Erwerb von Kompetenzen und Wissen zeigt die wichtige Rolle dieses Thema für die Schüler*innen bis zum Ende ihrer Schulzeit. Dabei fällt jedoch auf, dass alle zitierten Quellen keine einheitliche Begriffsdefinition nutzen wie naturwissenschaftliche Kompetenz (KMK, 2020), *scientific literacy* (AAAS, 1993) oder naturwissenschaftliche Fähigkeiten (NRC, 1996), sodass das Konzept der *scientific literacy* sehr dynamisch erscheint. Dazu äußert sich Roberts (2007), der zwei Aufgaben in der Förderung von *scientific literacy* sieht: Zum einen die Rezeption von Wissen und Kompetenzen sowie weitergehend wissenschaftlicher Prozesse und Produkte z.B. bei Vorträgen oder dem eigenen Experiment. Zum anderen bezieht er dieses auf die Nutzung der Fähigkeiten in Hinblick auf eine reflektierte Meinungsbildung mit dem Hinzuziehen vielfältiger Perspektiven (Politik, Soziologie, Ethik oder Ökonomie) außerhalb der Wissenschaft auf den Alltag z.B. bei Diskussionen oder dem Ableiten einer Handlung. Die OECD definiert *scientific literacy* nach vielen Überarbeitungen, Ausarbeitungen und Überprüfungen aktuell wie folgt: „The capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity“ (OECD, 2019, S. 10). Lernende der *scientific literacy* sollten beim inhaltlichen Wissen über Themen der MINT-Themen diese erfolgreich durch wissenschaftliche Phänomene darstellen können, Aufgaben zur Untersuchung entwickeln und beurteilen sowie anschließend Daten einordnen. Das heißt wissenschaftliche Konzepte, Phänomene und Prozesse sollten richtig benannt und dargelegt werden können. Bei den anderen beiden Fähigkeiten geht es vielmehr über einen fundierten Eindruck über den Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, d.h. Abfolgen, Beziehungen und Faktoren der Wissenschaftler*innen, um neue Erkenntnisse zu generieren. Darin sind epistemische Komponenten enthalten, wie das Wissen über *Nature of Science* oder Aspekte über die Bedeutung von Wissenschaft und ihre Bestandteile (OECD, 2019). Besonders hervorzuheben ist daher der kritische und reflektierte Umgang mit Wissenschaft oder wissenschaftlichen Informationen als Ziel. Das meint nicht allgemein alles in Frage zu stellen, sondern Schüler*innen dazu zu befähigen eine fundierte Diskussion über Wissenschaft und Technik zu führen, die auf naturwissenschaftlichem Wissen und Vertrauen in Wissenschaft aufbaut. Bromme (2020) nennt dies auch „informiertes Vertrauen“, dass sowohl Fachwissen als auch Wissen

¹¹ In den Bildungsstandards des Unterrichtsfaches „Biologie“ wird von einer naturwissenschaftlichen Kompetenz gesprochen. Im Rahmen dieser Arbeit wird die naturwissenschaftliche Kompetenz mit den Begriffen der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Fach Biologie sowie dem Begriff „*Scientific Literacy*“ gleichgesetzt.

über Wissenschaft an sich beinhaltet und kein „blindes Vertrauen“ ist oder das Hinterfragen aller Erkenntnisse. Vielmehr befähigt es zur Einordnung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse in Hinblick auf ihre Unsicherheit und zur Identifikation von Faktoren, die für ein Vertrauen darin wichtig sind.

Die Betonung von „scientific literacy“ bei Bildungsinstitutionen

Hinsichtlich des stärker fokussierten Erwerbes einer naturwissenschaftlichen Kompetenz im Sinne der *scientific literacy* ermöglicht laut den nationalen Bildungsstandards im Fach „Biologie“ (2020) eine „Orientierung in der durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Lebenswelt, eröffnet Perspektiven für die berufliche Orientierung und schafft Grundlagen für selbstgesteuertes, lebenslanges, globales und soziales Lernen.“ Sie leistet einen prägenden Anteil zu übergeordneten Zielen wie „Bildung für nachhaltige Entwicklung, Medien-, Werte-, Verbraucher-, Demokratiebildung und damit zur Allgemeinbildung“ (KMK, 2020, S. 10), indem systematisch Kompetenzen aufgebaut werden, die dazu befähigen z.B. „Phänomene der Natur, der Technik und des Alltags aus naturwissenschaftlicher Perspektive zu beobachten, mithilfe zunehmend abstrakter und komplexer Modelle zu beschreiben und naturwissenschaftliche Fragestellungen aus diesen abzuleiten“ oder „naturwissenschaftliche Sachverhalte fachsprachlich auch unter Verwendung von Mathematisierungen und fachtypischen Repräsentationsformen darzustellen, zu präsentieren, zu diskutieren, zu bewerten sowie naturwissenschaftlich zu argumentieren und damit am gesellschaftlichen Diskurs teilhaben zu können“ (KMK, 2020, S. 9). Auch führende internationale Bildungsinstitutionen wie die AAAS oder der *National Research Council* (NRC) in seinen *National Science Education Standards* verweisen immer mehr explizit auf die Bedeutung der *scientific literacy*. So betont die AAAS die entscheidende Rolle der Naturwissenschaftsdidaktik hinsichtlich der Lernenden für ein grundlegendes Verständnis und ihre Wert- und Normvorstellungen in den Naturwissenschaften zu vermitteln, die sie für ein verantwortungsvolles und erfülltes Leben brauchen und gleichzeitig mithilfe eine robuste, vielfältige und essenzielle Struktur einer Gesellschaft zu bilden sowie diese gleichzeitig zu beschützen (AAAS, 1993). *Scientific literacy* meint an dieser Stelle ein Verständnis und die Anerkennung gegenüber unserer Welt und insbesondere naturwissenschaftliche und technische Bezüge als relevant einzuschätzen sowie dessen Einordnung menschlicher Entwicklungen. Dazu gehört auch ein grundlegendes Verständnis gegenüber wissenschaftlichen Konzepten, Ideen, Denk- oder Arbeitsweisen zu entwickeln und die Limitationen von Forschung angemessen einordnen zu können (AAAS, 1993). Bei der NRC dient die Förderung einer *Scientific literacy* zur persönlichen Entfaltung und Begeisterung über Naturwissenschaften sowie zudem, um das erworbene Wissen und die Kompetenzen auf eine überlegte und evidenzbasierte Meinungs- und Entscheidungsfindung anzuwenden, was auch Auswirkungen auf den gesellschaftlichen Handhabung mit natürlichen Rohstoffen hat (NRC, 1996, S. XI).

1.3.2.2 Das Modell der didaktischen Rekonstruktion

Eine weitere Gemeinsamkeit von Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik betrifft die Konzeption von Bildungsprodukten. Hinsichtlich dieses Aspektes kann in der fachdidaktischen Forschung auf das Modell der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al. (1997) verwiesen werden. Dieses übt und übt nach wie vor einen großen Einfluss auf die Identität der Naturwissenschaftsdidaktik in Hinblick auf eine kritische Vermittlungswissenschaft aus und welche charakteristischen Aufgaben Wissenschaft übernimmt. Die Vorüberlegungen zum Modell gingen stark von der Annahme aus, dass wissenschaftliche Inhalte häufig eine hohe Komplexität und Abstraktheit aufweisen und dieses nicht unvermittelt in den Schulunterricht einfließen kann. Stattdessen können interdisziplinäre und

fächerübergreifende Impulse helfen, die Inhalte für Schüler*innen mit ihren persönlichen, gesellschaftlichen und umweltbezogenen Ausgangslagen abzustimmen. Dieser Abstimmungsprozess kann das Verständnis zum Gegenstand verbessern, adäquate fachliche Vorstellungen fördern und zudem die Motivation und das Interesse zum Thema anregen, weil sie sich eingehender mit dem Lernstoff beschäftigen und identifizieren können (z.B. Kattmann et al, 1997).

Das Modell der didaktischen Rekonstruktion prägten vor allem Einflüsse der lehr-lern-theoretischen Didaktik der Berliner Schule und zeichnet sich vor allem durch die variablen Einsatzmöglichkeiten in Schule (z.B. als Rahmen der Unterrichtsplanung), Hochschule (z.B. für die Weiterentwicklung der Lehramtsausbildung), bei der Lehrer*innenfortbildung (z.B. Vorbereitung auf fachfremdes Unterrichten) aus sowie gleichzeitig als Rahmen für Forschung und Reflexion in den Bereich vom schulischen, außerschulischen oder hochschulgeleiteten Lernen (Reinfried, 2021).

Als geeigneter Weg zur Vermittlung von Fachinhalten erscheint beim *Modell der Didaktischen Strukturierung* die Arbeit mit Vorstellungen der Wissenschaftler*innen und Lernenden mit ihren Lehrkräften. Dabei ist es wichtig die Vorstellungen der Lernenden nicht nur vor und nach einer Intervention zu prüfen, sondern vor allem nach den Gründen zu suchen, warum sich Vorstellungen zum Beispiel nach einer Unterrichtseinheit verändert haben. Das Modell kann somit für Forschung herangezogen werden, die nach Ursachen für die Veränderung von Vorstellungen und Wissen sucht und dazu Erklärungsansätze liefert (Niebert & Gropengießer, 2013).

Das *Modell der Didaktischen Rekonstruktion* besteht aus drei Grundpfeilern, die alle miteinander interagieren und gleichberechtigt nebeneinander stehen. Dazu zählen die fachliche Klärung, die Erfassung von Lernerperspektiven sowie die didaktische Strukturierung (siehe Abbildung 5).

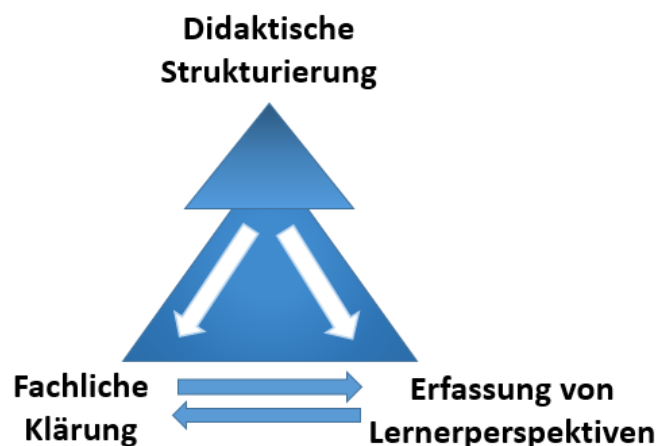


Abbildung 5. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion
(eigene Darstellung adaptiert nach Kattmann et al., 1997)

1. Baustein: Fachliche Klärung – wissenschaftliche Annahmen zu einem Thema

Die Fachliche Klärung meint die Analyse der fachlichen Annahmen zu einem bestimmten Inhalt. In dieser Ebene wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Theorien, Papern, Modellen und sonstigen Erkenntnissen aus der fachdidaktischen Vermittlungsperspektive angestrebt, indem diese Inhalte in ihrer Geltungs- und Bedeutungsebene für das Lernen gegliedert, erläutert und hinterfragt werden. Dieses kann durch bewährte Lehrwerke, Paper oder einflussreiche historische wissenschaftliche Ganzschriften als Quellen ausgeführt werden (Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005). Bedeutsame Fragen in diesem Aspekt wären beispielsweise die Folgenden:

- Welche Genese, Funktion und Bedeutung haben die fachlichen Begriffe und in welchem Kontext stehen sie?
- Welche Termini legen durch ihren Wortsinn lernhinderliche und bzw. –förderliche Vorstellungen nahe?
- Welche Korrespondenzen zwischen den fachlichen Vorstellungen und den Vorstellungen der Lernenden können besonders für ein fruchtbares Lernen genutzt werden bzw. welche stehen dem entgegen? (Reinfried, Mathis & Kattmann, 2009, S. 409)

2. Baustein: Erfassung von Lernerperspektiven - Diagnose von Lernpotenzialen

Die zweite Ebene meint die Analyse von Lernerperspektiven, als wichtige Komponente für das Beurteilen der Lernvoraussetzungen. Diese fachwissenschaftlichen, individuellen oder alltagswissenschaftlichen Vorstellungen der Lernenden zu einem bestimmten Themengebiet sind im Vorfeld des Unterrichts ein wichtiger Anknüpfungspunkt für den zu implementierenden Unterrichtsgegenstand. Unter Vorstellungen meinen Kattmann et al. (1997) vor allem kognitive Erzeugnisse mit unterschiedlicher Komplexität in Bezug auf „Begriffe, Konzepten, Denkfiguren oder Theorien“ (S.11). Diese Bestandteile der Vorstellungen zu einem Thema werden weitergehend auf ihre strukturellen und qualitätsvollen Merkmale geprüft und etwa durch das Bilden von Kategorien abstrahiert.

Jedoch sind diese Anschauungen der Lernenden subjektiv und können fest verinnerlicht sein, sodass sie den Lernprozess durch fachwissenschaftliche Unkorrektheiten behindern können. Im Rahmen des *Modells der Didaktischen Rekonstruktion* können zum einem Fehlvorstellungen auf Seiten der Lernenden erkennbar werden und zum anderen kann bereits vorhandenes, fachlich korrektes und subjektives Wissen erweitert werden. Die Erhebung von Lernerperspektiven erfolgt zumeist über qualitative Forschungsmethoden wie leitfadengestützte Interviews. Ähnlich dem Modell der lehr-lern-theoretischen Didaktik können Fragestellungen zu persönlichen Motiven und Einstellungen (z.B. Motivation und Interesse) unter den Schüler*innen Berücksichtigung finden (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997; Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005; Van Dijk & Kattmann, 2007).

3. Baustein: Didaktische Strukturierung

Die dritte Ebene der Didaktischen Strukturierung beschäftigt sich mit der Analyse und Gegenüberstellung aus den Ergebnissen der Fachlichen Klärung von Wissenschaftler*innen und den Ergebnissen der Lernerperspektiven. Dieser Abgleich von Vorstellungen beider Akteursgruppen ist Ausgangspunkt für die Gestaltung der Lernangebote und kann dabei vielfältige Zusammenhänge deutlich machen, die lernförderlich oder lernhemmend sein können (Niebert, 2010). Das Ziel dieser Analyse ist das Formulieren von theoriebasierten Leitlinien zur Vermittlung des zu behandelnden Inhalts, welche in einem passenden Lernangebot konkretisiert werden. Somit werden zu diesem Zeitpunkt des Forschungsprozesses Entscheidungen über den Inhalt, die Zielsetzung und die methodische Vorgehensweise getroffen, welche sich in der Entwicklung des Lernangebots niederschlagen. Insbesondere kommt den fehlerhaften Vorstellungen und Denkfiguren¹² an dieser Stelle eine bedeutende Rolle zu, da diese somit nicht nur bekannt sind, sondern auch als Optimierungs- bzw. Vermeidungsgegenstand in die Konzeption des Entwicklungsprozesses eines Lernangebots einfließen (Niebert & Gropengießer, 2013; 2014). Das Lernangebot wird somit gestaltet, erprobt und evaluiert. Diese Schritte dienen der Überprüfung einer wirksamen Lernangebots zum Vermitteln der fachlichen Inhalte.

¹² Für die Definition von Denkfiguren siehe Seite 46.

Dementsprechend können empirisch erprobte Angebote für eine weitere Eignungsprüfung abgewandelt und verbessert werden, um somit weitere Erkenntnisse über die Veränderung von Vorstellungen zu erhalten. In der gesamten Phase der Didaktischen Strukturierung besteht eine starke wechselseitige Beziehung zwischen den Perspektiven, Ansichten und Vorstellungen der Lernenden- und Lehrendenperspektive (Niebert, 2010).

Diese drei beschriebenen Ebenen im Modell werden rekursiv durchgeführt, d.h. es werden zunächst wissenschaftliche und Lernendenvorstellungen zu einem relevanten Inhalt erhoben und analysiert sowie die wichtigsten Ergebnisse beider Gruppen in der Didaktischen Strukturierung gegenübergestellt. Die empirisch identifizierten Ansichten beider Expertenteams (die der Lehrenden und Lernenden) sind zueinander gleichbedeutend sowie fortwährend wechselwirkend und bieten z.B. bei der Entwicklung von Leitlinien und Lernangeboten eine umfangreichere Perspektive auf die zu behandelnde Thematik (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997; Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005). Eine wichtige Komponente im MDR ist daher die „Elementarisierung“, d.h. nach Kircher (2015) ein Zerkleinern von komplexen Sachverhalten in elementare Sinneinheiten. Diese Sinneinheiten werden dann entsprechend der Sachstruktur des wissenschaftlichen Felds und der unterrichtlichen Sachstruktur zu einer gemeinsamen Sachstruktur verknüpft. Somit sind bedeutende Schritte das inhaltliche Vereinfachen, die Einteilung der Inhalte in einzelne Komponenten bezogen auf Methoden oder elementare Sinneinheiten. Als Vereinfachungen versteht Kircher (2015) das Integrieren von Analogien, Experimente, anschauliche Musterbeispiele, das Reduzieren auf prinzipielle Funktionsweisen oder das Verdeutlichen in Grafiken und weiteren Darstellungsmöglichkeiten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Modell der didaktischen Rekonstruktion von der gleichwertigen Berücksichtigung von wissenschaftlichen und Lernerperspektiven ausgezeichnet wird. Im Fokus steht somit ein Lernprozess, der auf Verstehen bedeutsamer Inhalte aufbaut und sich durch stetige Aushandlungsprozesse zwischen der individuellen Lebensrealität von Lernenden und den wissenschaftlichen Anschauungen auszeichnet. Die fachdidaktische Arbeit ist somit „Teil und Gegenüber der Fachwissenschaft“ (Dannemann, Heeg & Von Roux, 2021, S. 6) Das *Modell der didaktischen Rekonstruktion* schafft über die drei Untersuchungsaufgaben der analytischen Fachlichen Klärung, der empirischen Ermittlung der Lernerperspektiven und der kreativ-konstruktiven Didaktischen Strukturierung „zentrale Bestimmungstücke des Unterrichts“ (Kattmann et al., 1997, S. 1) miteinander in Beziehung zu setzen und damit fachliche und fachdidaktische Ansprüche zu berücksichtigen. „Durch diese Struktur kann die *Didaktische Rekonstruktion* sowohl einen Rahmen für die fachdidaktische Forschung als auch für die Planung von Unterricht bieten – und beides miteinander in den Austausch bringen.“ (Dannemann, Heeg & Von Roux, 2021, S. 6).

Diskurse zum Modell der didaktischen Rekonstruktion in Hinblick auf moderne und interdisziplinäre Forschung

Reinfried (2021) deutet an, dass die Wirksamkeit der *Didaktischen Rekonstruktion* insbesondere in Bereichen mit gut zu überblickenden, fachwissenschaftlichen Inhalten und Konzepten besonders gut geeignet ist. Die Grenzen des Modells, insbesondere bei der *fachlichen Klärung* und *didaktischen Strukturierung*, werden insbesondere bei vielfältigen Perspektiven und Forschungsvorhaben sichtbar sowie bei (gesellschaftlich erwünschten Verhaltensweisen) durch das Abwägen der Impulse nach Wichtigkeit oder den einzelnen Blickwinkel der Lernenden. Zudem zeigen sich die Grenzen des Modells etwa bei der Anwendung des Modells über die Naturwissenschaften hinaus in den politikdidaktischen Bereich oder den humangeografischen Bereich. Hier schlagen u.a. Vajen, Kenner, Wolf und Lange (2021) vor, das Modell um eine normative Komponente der vierten Aufgabe einer Zielklärung zu erweitern, um

neben bislang vordergründig kognitiven Aspekten, auch die emotionalen, sozialen oder wertorientierten Aspekten der Lernenden stärker zu berücksichtigen.

Die Darstellung des Modells bezieht sich stark auf eine Verknüpfung der wissenschaftlichen und Lernenden-Perspektive, was jedoch z.B. bezüglich der Struktur oder der Methoden nicht immer im Gleichgewicht sein kann: Schüler*innen werden vielmehr in ihrer einzelnen Perspektive wahrgenommen, während Wissenschaftler*innen als Beispiel für die gesamte Gemeinschaft von Wissenschaft und dahingehend als Fachexperte*in eines Themas gesehen werden. In der Didaktischen Strukturierung hingegen werden beide Perspektiven nach Reinfried (2021) wieder als „gleichwertig“ miteinander verglichen, das ihrer Meinung nach nicht stimmt. Reinfried (2021) schlägt daher bei der *Fachlichen Klärung* vor insbesondere wissenschaftliche Kontroversen oder die Erfahrungen der Wissenschaftler*innen mit aufzunehmen und diese ebenfalls bei der Unterrichtsgestaltung zu berücksichtigen. So könnten ihrer Meinung nach wissenschaftliche Erkenntnisse und Diskussionen als Themen im Unterricht stärker berücksichtigt werden, sodass das Wissenschaftsverständnis der Lernenden nicht nur methodische Komponenten beinhaltet, sondern ebenfalls vielfältige Facetten von wissenschaftlichen Prozessen. Für weitere Herausforderungen im Modell der didaktischen Rekonstruktion wie die Forschungsreflexion zwischen Schule und Universität oder wissenschaftlichen Einrichtungen sehen die Autor*innen interdisziplinäre Zugänge und Reflexionsrunden als wichtigen Beitrag an. Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich der Einsatz des Modells in den letzten zwei Jahrzehnten vom Unterricht bis hin zur Ausbildung der Lehrkräfte oder Fortbildung verlagert hat. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass nach wie vor immer noch großer Verbesserungsbedarf in der praktischen Komponente zur Planung von Unterricht besteht und dieses zentrale Forschungsgebiet nicht noch stärker aus dem Fokus der Forschenden gerät.

1.3.2.3 Zusammenfassung

Die Forschungstradition der Naturwissenschaftsdidaktik untersucht schülerbezogene Lern- und Bildungsprozesse, bei dem ein Hauptziel das Vermitteln einer fundierten, naturwissenschaftlichen Grundbildung (*scientific literacy*) ist. In dieser Forschungstradition lassen sich Entwicklungen explizit in zwei Bereichen feststellen: Zum einen ist es der Trend, dass das Konzept der *scientific literacy* immer weiter konkretisiert bzw. differenziert wurde und großen Einfluss genommen hat, z.B. bei der Formulierung der Curricula genauso wie bei der fachdidaktischen Forschung (OECD, 2019). Diese konkreten Ziele und Konzepte der *scientific literacy* werden jedoch noch ungenügend in der schulischen Praxis umgesetzt. Angefangen mit Studien bei PISA zeigen diese, dass es für Lernende sehr herausfordernd sein kann, naturwissenschaftliche Grundlagen auf authentische, inhaltliche Bereiche aus der Wissenschaft anzuwenden (Feinstein, 2011). Zum anderen zeigt sich der fortsetzende Trend, dass eines der beliebtesten Forschungsgebiete im Bereich der Unterrichtspraktiken und Lernkonzepte verortet ist (Chang et al., 2010). In diesem Bereich fällt auch die Etablierung und Entwicklung des *Modells der didaktischen Rekonstruktion* von der Unterrichtsgestaltung hin zur Lehreraus- und -fortbildung sowie als Bestandteil fachdidaktischer Forschung. Das Ziel ist es, Forschung und Unterrichtspraxis in einen stetigen Austausch zu bringen, bei dem aktuelle Herausforderungen vor allem im Bereich der Umsetzung liegen. Die beiden Trends wurden dahingehend stark von der Entstehung und der Anwendung der *Next Generation Science Standards* (2013) beeinflusst, die wiederum Einfluss auf die Aspekte und Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichtes ausüben und sich in der Entwicklung des *scientific literacy* Konzeptes widerspiegeln (OECD, 2019). Dies belegen auch Aussagen wie die von Karampelas (2021, S. 10):

„The ultimate goal of science teaching is the development and achievement of scientific literacy among learners, which has been evolved and developed over the decades. The main axis of this

development has been the shift of focus from content knowledge alone to knowledge along with practices, skills and attitudes.“ (Karampelas, 2021, S.10).

Dieses komplexe Konzept der *scientific literacy* wird dahingehend von vielen Faktoren beeinflusst wie den Vorstellungen von Schüler*innen, Lern- und Unterrichtskonzepte wie z.B. das *Modell der didaktischen Rekonstruktion*, Curricula oder *Nature of Science* Modellen (Chang et al., 2010). Die fachdidaktische Forschung steht daher vor der Aufgabe, globale und komplexe Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (z.B. zum Thema Klima, Energie oder Gesundheit) an das moderne Verständnis von Lernen durch digitale Geräte, interdisziplinäre Ansätze oder kooperative Methoden zu verknüpfen. Es zeigt sich dahingehend noch großes Forschungspotenzial diese Themen nicht nur in der fachdidaktischen Forschungstradition fortzuführen, sondern auch strukturierter mit Inhalten und Formaten der Wissenschaftskommunikation zu kombinieren, indem etwa die Einbindung dieser Formate in curriculare Strukturen Facetten von moderner und interdisziplinärer Wissenschaft zeigen kann, die der strikt nach Fächern unterteilte Unterricht bislang noch zu wenig in den Blick nimmt. Auf diese Weise können umfassende Lernansätze für die globalen Herausforderungen formuliert werden und Schüler*innen besser darauf vorbereiten.

Angesichts ihrer gemeinsamen inhaltlichen Ziele erscheint es daher verwunderlich, dass beide Forschungsbereiche so wenig Notiz voneinander nehmen und oft eher die Unterschiede betonen, als mögliche Potenziale einer vertieften Kooperation stärker zu nutzen, um überschneidende Ziele besser erreichen zu können. Denn gerade die inhaltlich ähnlich gestalteten Ziele und die vielen Forschungsergebnisse könnten die jeweils andere Forschungstradition kontinuierlich weiterentwickeln und viele Synergieeffekte hervorrufen, indem Forschungsarbeiten in einem Feld nicht noch extra im anderen gemacht werden müssen und stattdessen die vielen Anlässe zum Dialog zwischen Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation vielmehr genutzt werden (z.B. Baram-Tsabari & Osborne, 2015; Lewenstein, 2015). Auch andere Forschende wie Wu et al. (2019) betonen das Potenzial gemeinsamer Forschungsinhalte und schlagen das Thema “Darstellung von Wissenschaft über Medien“ als zukünftige Schnittstelle vor. Dieses geht mit einem gewandelten Bewusstsein von Wissenschaft in der allgemeinen Öffentlichkeit und in speziellen Bereichen der Öffentlichkeit wie Schule einher. Sie schlussfolgern zudem, dass der Bereich von “Science Engagement“ und “Public Attitudes Towards Science“ durch die gemeinsame Zusammenarbeit beider Bereiche ein vielmehr verbessertes Verständnis über Wissenschaft und der Erweiterung von *scientific literacy* profitieren könnte. Dem hinzuzufügen ist, dass Kohen und Dori (2019) zu den Schnittstellen 1. die Auffassungen hin zur Bedeutung von Wissenschaft und ihren Stellenwert zur Kommunikation sehen, 2. auf die gewählten Kommunikationswege beider Disziplinen hindeuten und 3. die Zusammensetzung naturwissenschaftlichen Wissens als verbündendes Element sehen. Diese Bereiche können in einen personenzentrierten, prozesszentrierten und produktzentrierten Ansatz hin zum Feld der Wissenschaftskommunikation eingeordnet werden. Zu betonen ist dahingehend auch die Schlüsselrolle der *Practitioners* im Feld der Wissenschaftskommunikation, die in Modellen und Diskussionen zunehmend einen Platz bekommen und von Naturwissenschaftsdidaktiker*innen ausgefüllt werden können.

1.4 Herausforderungen in der Vermittlung zwischen Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik

Führende Forscher*innen auf dem Gebiet der Schnittstelle zwischen Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik wie Baram-Tsabari und Osborne (2015) machen deutlich, dass für ein engere Zusammenarbeit beider Forschungstraditionen die Vorbehalte untereinander vorerst überwunden werden müssen, die wie eine künstliche Trennung wirken: Dazu gehört zum Beispiel, dass

Vertreter*innen der Naturwissenschaftsdidaktik das Feld der Wissenschaftskommunikation als Teildisziplin ihrer eigenen sehen. Akteure der Wissenschaftskommunikation sind der Meinung, dass Naturwissenschaftsdidaktik vor allem nur Wissen vermitteln möchte und reduzieren daher ihre Wichtigkeit auf diesen Bereich (Baram-Tsabari & Osborne, 2015). Jedoch hat sich auch die Naturwissenschaftsdidaktik weiterentwickelt und lässt sich längst nicht mehr nur auf das *Deficit Model* und die Vermittlung von Fachwissen beschränken. Intensive Forschung und Diskussionen innerhalb des Forschungsansatzes zeigen, dass zunehmend mehr Untersuchungen über die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten von Zielgruppen wie Schüler*innen durchgeführt werden, die Teil einer immer stärker fokussierten Wissensgesellschaft sind und dafür angemessen vorbereitet werden sollen. Hierzu zählt nicht nur die Vermittlung von Grundlagenwissen, sondern vielmehr ein ganzheitliches Verständnis von Naturwissenschaft sowie den Denk- und Arbeitsweisen ihrer Akteure (Bromme & Goldman, 2014, Erduran & Dagher, 2014). Weitere Herausforderungen bestehen in den Forschungstraditionen selbst, z.B. in der Wissenschaftskommunikation bezogen auf ihren zögernden Umgang mit Veränderungen, das geringe Interesse von Themen außerhalb der eigenen Forschung, der Umgang mit Ressourcen und finanziellen Mitteln. Eine weitere Schwierigkeit meint die allgemeine Erwartungshaltung, dass Forschende ihre Arbeit mit Teilen der Gesellschaft diskutieren („third mission“), während nur ein teils geringes Interesse von Politik, Finanzgebern oder Institutionen da ist Wissenschaftler*innen für ihre Tätigkeiten im Bereich der Wissenschaftskommunikation auf verschiedenen Ebenen wertzuschätzen. Bemühungen im Bereich der Wissenschaftskommunikation ist dahingehend häufig ein zusätzlicher Faktor in ihrer arbeitsintensiven Tätigkeit von Forschung und Lehre. Wenn diese keine Anreize für mehr Engagement in diesem Bereich bekommen, kann dies zur geringen Priorität werden oder auch entmutigen (Besley et al., 2021). Jedoch können diese Aktivitäten sehr wohl einen Beitrag zur Gesellschaft wie Kultur, Politik oder Wirtschaft leisten. Ein Beispiel ist der Einbezug bei Entscheidungsfindungen, der in direkter Form passieren kann oder häufig vielmehr indirekt beeinflusst und vermeintlich nicht sofort für Wissenschaftler*innen erkennbar wird (Peterman et al., 2017). Auch in der Forschungstradition der Naturwissenschaftsdidaktik gibt es viele aktuelle Herausforderungen, etwa bezüglich unterschiedlicher Definitionen von *scientific literacy* (z.B. Costa & Mendel, 2016) oder bezogen darauf, dass sich Schüler*innen in den industriellen Ländern immer weniger für ein naturwissenschaftliches Profil oder weitergehend Studium entscheiden und ihre Einstellungen und Interessen zu Naturwissenschaften dies stark beeinflussen (OECD, 2015, Krapp & Brenzel, 2011). Eine weitere Herausforderung besteht z.B. darin die Lehreraus- und -fortbildung stärker an die Lernanforderungen des 21. Jahrhunderts anzupassen oder aktuelle naturwissenschaftliche Forschungserkenntnisse noch konsequenter in den Unterricht zu integrieren (Aksela, 2010).

Baram-Tsabari und Osborne (2015) argumentieren daher, dass erst wenn der intensive und gleichwertige Austausch dieser beiden Forschungstraditionen im Sinne einer interdisziplinären Arbeitsweise untereinander vorangetrieben wird, kann eine nachhaltige Förderung der jeweils anderen Expertisen erfolgen und zusammen Kommunikationsformate in der Wissenschaft erfolgreich weiterentwickelt werden (Baram-Tsabari & Osborne, 2015). Erste gemeinsame Bemühungen nach weiterer Zusammenarbeit von Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik streben daher als gemeinsames Ziel den intensiveren Austausch über das Anwenden von Methoden, theoretischen Konstrukten wie Modellen oder Konzepten oder den Erkenntnissen über gewisse Zielgruppen an, die dann vielmehr für die andere Forschungstradition nutzbar gemacht werden (Davis & Russ, 2015; van der Sanden & De Vries, 2016). Konkret könnte dies zum Beispiel der Austausch von Methoden wie dem naturwissenschaftlichen Argumentieren aus der Forschungstradition der Naturwissenschaftsdidaktik sowie das Kommunikationswerkzeug des *Framings* als Baustein der Forschung im Bereich der Wissenschaftskommunikation sein (Baram-Tsabari & Osborne, 2015).

Als konkrete Lösungsansätze dieser Herausforderungen der weiteren interdisziplinären Kooperation beider Forschungstraditionen werden in dieser Arbeit sogenannte Brückenkonzepte entwickelt, die nachfolgend beidseitig orientierte Konzepte, Aktivitäten oder Theorien beinhalten. Diese Brückenkonzepte sind ein Ansatz, in dem beide Seiten im Sinne dem effektiven Erreichen der Ziele gleichermaßen profitieren können.

1.5 Vermittlung von inhaltsbezogenen Brückenkonzepten durch *Nature of Science*-Ansätze

Ein Weg zum weiteren Zusammenkommen beider Forschungstraditionen etwa bei den Vermittlungszielen sowie dem beobachteten, negativen Trend hinsichtlich der *scientific literacy* bei Schüler*innen als Teilgruppe der Gesellschaft kann das fachdidaktische Konzept "*Nature of Science*" bieten. *Nature of Science* kann insbesondere sein Potenzial in Verbindung eines Kontextes verbinden, der für Schüler*innen nah am Alltag verortet ist, Relevanz aufweist und gesellschaftliche Bezüge herstellt (Erduran & Dagher, 2014). Was das Konzept *Nature of Science* in der fachdidaktischen Forschungstradition beinhaltet, wird im folgenden Textabschnitt beschrieben.

Nature of Science definiert sich als „Wesen der Naturwissenschaft“ und wurde bereits hinsichtlich der Kriterien und Definition vielseitig (aus psychologischer, naturwissenschaftlicher, philosophischer, historischer oder soziologischer Sicht) untersucht (McComas & Olson, 1998). Das Ziel ist und war dabei immer ein allgemeines Verständnis zu vermitteln, welche Art von Konstrukt Wissenschaft genau darstellt (Irzik und Nola, 2011).

Doch trotz oder gerade wegen der zahlreichen Annäherungsversuche innerhalb und außerhalb der naturwissenschaftlichen Disziplin an das Konstrukt *Nature of Science* konnte keine einheitliche und allgemeingültige Definition über die inhaltstragenden Konzepte von *Nature of Science* erzielt werden:

“However, although almost everyone agrees that we ought to teach students about the nature of science, there is considerable disagreement on what version of the nature of science ought to be taught.” (Stanley & Brickhouse, 2001, S. 47)

Darum werden an dieser Stelle sowohl Einblicke in die „traditionellen“ NOS-Ansätze etwa von McComas und Olson (1998), Osborne et al. (2003) und Lederman (2006) gegeben, als auch Einblicke in neuere Ansätze von NOS wie etwa der *Family Resemblance Approach* nach Irzak und Nolan (2011) sowie weitergeführt nach Erduran und Dagher (2014) oder der *Whole Science Approach* nach Allchin (2011) gegeben. Zuerst einmal werden die „traditionellen“ NOS-Ansätze vorgestellt:

1.5.1 Herausbildung „traditioneller“ Ansätze der *Nature of Science*-Vermittlung

Obwohl keine allgemeingültige Definition über *Nature of Science* identifiziert werden konnte, gibt es in den „traditionellen“ NOS-Ansätzen dennoch einen gewissen Konsens darüber, welche NOS-Aspekte bei der Vermittlung im naturwissenschaftlichen Unterricht als besonders wichtig angesehen werden (Neumann und Kremer, 2013). Dieser Konsens meint vielmehr eine Ansammlung von deklarativem Wissen oder Fakten, die nach Meinung der Autor*innen besonders charakteristisch für Wissenschaft sind sowie dessen Produkte und Prozesse nähergehend definieren. Zu den Forschenden dieser NOS-Auflistungen gehören insbesondere McComas und Olson (1998), Osborne et al. (2003) und Lederman (2006). Die wichtigsten Inhalte dieser Konsensbildung werden daraus nun vorgestellt (siehe Tabelle 3 sowie Dissertation von Christine Sattelkau (2021) für eine ausführlichere Darstellung dieser Aspekte):

Tabelle 2. Leitende Inhalte der „traditionellen“ NOS-Ansätze – adaptiert nach Sattelkau, 2021, S. 31-32

Kategorien	Ausführungen zur Kategorie
Vorläufigkeit, Gültigkeit, Stabilität von Wissen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorhandensein von keinem stabilen, unfehlbaren und absolut gültigen Wissen - vielmehr vorläufig und veränderlich • Wissen kann sich durch neue Erkenntnisse, Methoden und Technik selber verbessern
Empirie und Evidenz, Beobachtung und Schlussfolgerung, Implikationen	<ul style="list-style-type: none"> • Ziel ist natürliche Phänomene zu erklären • Vorgehen immer empirisch geleitet und Argumente rational begründet • Ausgangslage sind Hypothesen und wissenschaftliche Fragestellungen, denen mit Beobachtungen und Experimenten nachgegangen wird, dessen Datengrundlage wird analysiert und interpretiert bis zu theoriebasierten Schlussfolgerungen • Unterschied zwischen Daten und Evidenz (voneinander abzugrenzen) • Wissenschaftliche Behauptungen sind empirisch überprüfbar und dessen Tests wiederholbar
Theorie und Gesetze	<ul style="list-style-type: none"> • Beides dient unterschiedlichen Zwecken, keine hierarchische Bezugnahme zueinander
Kreativität und Vorstellungen	<ul style="list-style-type: none"> • Essenzielle Faktoren im wissenschaftlichen Alltag (auch betonen)
Soziale Aushandlungsprozesse und der Faktor Subjektivität	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen ist subjektiv und wird beeinflusst von Überzeugungen, Erfahrungen und Einstellungen (Wissenschaftler*innen können gleiche Daten unterschiedlich interpretieren) • Vorhandensein unterschiedlicher Theorien - braucht Aushandlungsprozesse in wissenschaftlicher Gemeinschaft • Wissenschaftliche Werte sind u.a. Zweifel, Skepsis und Rechtfertigung, • Einführen des <i>Peer Reviews</i> als Verfahren der wissenschaftlichen Qualitätssicherung • Weiterentwicklungen in Wissenschaft sind im Team organisiert (kooperativ)
Kontextbezogene Faktoren in sozialer, kultureller und historischer Sicht, Globalität	<ul style="list-style-type: none"> • Beeinflussung von Wissenschaft durch soziale, kulturelle und historische Faktoren sowie Traditionen • Globaler Einfluss (Implikationen)
Methodische Vielfalt	<ul style="list-style-type: none"> • Kein Vorhandensein eines standardisierten Vorgehens zum Produzieren sicheren Wissens vorhanden, Anwendung von vielen Methoden können zielführend sein
Wissenschaft und Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Gegenseitige Beeinflussung
Wissenschaftliche Gütekriterien und Veröffentlichungen	<ul style="list-style-type: none"> • Forderung nach offener und ehrlicher Kommunikationsweise

Hinsichtlich der genannten Überschneidungen hat sich die Forschungstradition jedoch auch inhaltlich weiter ausdifferenziert und unterscheidet vielmehr zwischen den Merkmalen der Produkte und Prozesse von Wissenschaft.

Das Teilgebiet der *Nature of Scientific Knowledge* bezieht sich vordergründig auf die Merkmale naturwissenschaftlichen Wissens. Von tiefergehendem Erkenntnisinteresse sind hier Merkmale, wie die Erweiterung des naturwissenschaftlichen Wissens in Hinblick auf seine Theorie und Gesetze sowie Empirie, der Faktor von Kreativität und die Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen, weitergehend auch wie das Wissen in soziale und kulturelle Netzwerke eingebunden ist sowie der vorläufige Charakter von naturwissenschaftlichen Wissen (Lederman et al., 2002; Lederman & Lederman, 2019). Die weitere Ausdifferenzierung bezieht sich vor allem auf *Nature of Scientific Inquiry* und beschäftigt sich tiefergehend mit der Erkenntnisgewinnung und inwieweit gewisse Prozesse, Strategien oder Methoden dieses entscheidend prägen. Besonders fragen- oder hypothesengeleitete Untersuchungen sind ein Forschungsschwerpunkt, die große Auswahl an Methoden und Zielen naturwissenschaftlicher Forschung, weitergehend Prozesse der Rechtfertigung von naturwissenschaftlichen Ergeb-

nissen, der Umgang mit unerwarteten Ergebnissen, der Unterschied zwischen Daten und Evidenz sowie auch die von der Gesellschaft geprägten Aushandlungsprozesse naturwissenschaftlicher Ergebnisse (Lederman & Lederman, 2019).

1.5.2 Herausbildung neuer Ansätze der *Nature of Science*-Vermittlung

Lange Zeit galten die „traditionellen“ NOS-Ansätze als Maß der Dinge in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung, jedoch regte sich insbesondere in den vergangenen Jahren immer mehr Kritik an dieser Art der NOS-Vermittlung und Forderungen nach einer Neuausrichtung dieser Ansätze wurden lauter (Allchin, 2011; Irzik & Nola, 2011; 2014; Matthews, 2012; Erduran & Dagher, 2014). Die Kritik richtete sich weniger an die Notwendigkeit von NOS-Ansätzen an sich, sondern vielmehr daran, ob diese Art der „traditionellen“ Ansätze wie nach Lederman (2006) oder Osborne (2003) ein differenziertes Verständnis vermitteln können, wie Wissenschaft funktioniert und inwieweit sie „verlässliches“ Wissen hervorbringt (Van Dijk, 2011). Weitere Forscher*innen äußerten sich skeptisch, ob die nach ihrer Meinung nach „vereinfachenden“, „häufig verwirrenden“, „wenig hilfreichen“ oder vielmehr „philosophisch, naiven“ NOS-Aspekte auch neueste und moderne Forschung authentisch widerspiegeln kann (Hodson und Wong, 2017). Die Forderungen nach Neugestaltungen der bis dahin bestehenden NOS-Ansätze beinhalteten somit inhaltliche Aspekte bezüglich der Kommunikation, funktionale Aspekte bezüglich der Art der Kommunikation sowie der anvisierten Ziele der Kommunikation (Duschl & Grandy, 2013).

In diesem Kontext kam die Idee auf, die Vielfalt von Wissenschaft in ganzheitlicher Art und Weise stärker zu präsentieren, indem einerseits die Zusammenhänge der NOS-Aspekte deutlich werden und andererseits aber auch die Unterschiede nicht übersehen werden zwischen den Disziplinen der Wissenschaft (Irizik & Nola, 2011). Die neueren Ansätze argumentierten nicht im Raum von „Checklisten“ vorhandener Aspekte, sondern vereinen vielmehr alle Aspekte der Wissenschaft. Dazu bieten sie eine Erweiterung der Perspektive auf NOS mit dem Einschließen neuerer Forschung sowie der zunehmenden Komplexität von moderner Forschung und Wissenschaft nach Meinungen der Autor*innen und Befürworter der Neugestaltung von NOS-Ansätzen an (Van Dijk, 2011). Auch funktional sollten die neueren Ansätze nicht mehr nur deklaratives und beschreibendes NOS-Wissen vermitteln, sondern eine Basis zum flexiblen Nutzen dieser Ansätze für Reflexionen und Argumentationen über Wissenschaft darstellen, indem ein holistisches und funktional geprägtes Verständnis über Wissenschaft entsteht, das Wissenschaft als komplexes und dynamisches System darstellt (Rafolt et al., 2019). Darunter fallen auch *Socio-Scientific Issues* (Van Dijk, 2011; Arndt et al., 2019), die vielmehr dabei helfen können eine fundierte *scientific literacy* aufzubauen und das kritische Denken der Lernenden als Teil der Gesellschaft weiter zu unterstützen (Rafolt et al., 2019). Ein weiterer Aspekt der neueren NOS-Ansätze erscheint auch die Förderung eines inklusiveren oder ehrlicheren Blickes auf Wissenschaft, der Aufschlüsse über Probleme, Irrwege oder Misserfolge von Wissenschaft und ihren Akteuren geben kann und nicht mehr nur ein scheinbar reibungslos funktionierendes und immer produktives System von Wissenschaft zeigt (Allchin, 2011; Erduran & Dagher, 2014).

Im Zuge dieser Entwicklungen haben sich verschiedenste neuere NOS-Ansätze wie der *Family Resemblance Approach* (FRA-Ansatz) nach Erduran und Dagher (2014) oder der *Whole Science* nach Allchin (2011) herausgebildet. Diese beiden Ansätze gelten als besonders relevant für eine weitreichendere und trotzdem differenzierte Ausrichtung auf Wissenschaft mit dem Berücksichtigen von sozialen, kulturellen und wertbasierten Merkmalen im Sinne der *scientific literacy*. Insbesondere der FRA-Ansatz verfolgt nicht die Fokussierung auf einzelne Aspekte von Wissenschaft, sondern eher wie die Aspekte eines Forschenden, seiner sozialen Zugehörigkeit und dem gesellschaftlichen Einfluss interagieren, sich

dabei behindern oder bereichern, um ein Verständnis für Wissenschaft und ihre Akteure in authentischer und holistischer Weise zu bekommen (Sattelkau, 2021). Auf Grundlage dieser Kriterien wurde der Fokus dieser Arbeit vor allem auf dem FRA-Ansatz gelegt und nur kurz auf dem *Whole Science* Ansatz zur Abgrenzung eingegangen.

Der Family Resemblance Approach

Eine neuere Modelleinordnung der Inhalte von NOS ist der *Family Resemblance Approach* nach Irzik und Nola (2011) sowie weitergehend nach Erduran und Dagher (2014). Dieser Ansatz entstand aus der Kritik der „traditionelleren Ansätze“ wie der von McComas und Osborne (1998) oder Lederman (2006), dass diese vor allem deklaratives Wissen fördern und dadurch nicht unbedingt ein ganzheitlicher Eindruck von NOS gefördert wird, indem alle NOS-Elemente miteinander zusammengedacht werden. Erduran und weitere Kolleg*innen (2018) äußern daher die Befürchtung, dass eine alleinige Ansammlung von Ideen rund um NOS nicht das Verständnis von Wissenschaft als Ganzes fördert. Daher wird hier die Kritik eines zu einseitig und zu eng gedachten NOS-Konzeptes laut, dass sich vor allem an einem fehlenden Prozesselement äußert sowie der genaueren Beschreibung methodischer Schritte entlang des Weges zur wissenschaftlichen Erkenntnis. Ein weiterer Kritikpunkt schließt das Fehlen der Zieldimension mit ein sowie das Beachten von verschiedenen Fachdisziplinen im NOS-Ansatz. Daher fehle es vor allem an einer ganzheitlichen Betrachtung, indem die zusammenhängenden und voneinander abhängigen Faktoren im wissenschaftlichen System deutlich werden. Gemäß dieser geäußerten Kritik ist das Ziel des FRA-Ansatzes alle allgemeinen und strukturellen Merkmale von Wissenschaft in einem Modell abzubilden, das die Einheit von Wissenschaft auf einen Blick erkennen lässt und doch Raum für die Vielfalt der Merkmale für sich genommen gibt (Irzik und Nola, 2011).

Der Name „*Family Resemblance*“ leitet sich von dem philosophischen Bezugsrahmen der Familienähnlichkeit nach Wittgenstein im Jahr 1953 ab, indem Wissenschaft nicht als feste Ansammlung klar definierter Eigenschaften gesehen wird, sondern vielmehr als flexibles Geflecht von wissenschaftlichen Merkmalen, die aber unterschiedliche Formen in ihrer Erscheinung haben können (Erduran & Dagher, 2014; Kremer & Heering, 2018). Eine genaue Definition von „der Wissenschaft“ gibt es nach diesem Ansatz nicht, wie es vielmehr „traditionelle“ NOS-Ansätze vorgeben. Danach wird eine Liste von NOS-Merkmalen zusammengestellt, in der klar definierte Merkmale eines *top down*¹³ Verfahrens aufgeführt sind. In dem FRA-Ansatz geht man von einem *bottom up*¹⁴ Verfahren aus, in dem Eigenschaften verschiedener Merkmalsdimensionen eines wissenschaftlichen Felds (z.B. die Prozesse der Erkenntnisgewinnung) mit einem anderen wissenschaftlichen Feld verglichen werden. Hier wird das Beispiel genannt, dass Mitglieder einer Familie Ähnlichkeiten in ihren Ausprägungen hinsichtlich eines Merkmals aufweisen, während sie sich in einer anderen Ausprägung unterscheiden (Erduran und Dagher, 2014). Bezogen auf wissenschaftliche Disziplinen wie der Biologie oder Chemie weisen diese in einigen Merkmalen Gemeinsamkeiten auf und in anderen Merkmalen vielmehr Unterschiede. Dieser NOS-Ansatz betont somit disziplinübergreifende und disziplinüberschneidende Aspekte von Wissenschaft (van Dijk, 2011).

Mit Hilfe dieses Ansatzes über unterschiedliche Erscheinungsformen einer Merkmalsdimension kann somit eine belegbare Aussage getroffen werden, warum ein „angebliches“ Mitglied zur Familie gehört und warum ein anderes eher nicht. Lernenden können auf diese Weise kritisch fundierte Aussagen

¹³ „Top-down“ meint soviel wie „von oben nach unten“ und kann z.B. vom Allgemeinen zum Detail angewendet werden oder bei Arbeitsstrukturen „vom Vorstand an die Mitarbeitenden“.

¹⁴ „Bottom up“ heißt „von unten nach oben“ und kann z.B. vom Detail zum Allgemeinen angewendet werden oder bei Arbeitsstrukturen „von den Mitarbeitenden zum Vorstand“.

über wissenschaftliche, vermeintlich wissenschaftliche (pseudowissenschaftliche) oder nicht-wissenschaftliche Inhalte treffen. Im Vordergrund stehen nach Aussagen der Autor*innen weniger die Übermittlung von Regeln zur Unterscheidung der Inhalte, sondern vielmehr das Erfahren von Indizien zur besseren Zuordnung der Ausprägungen von Merkmalsdimensionen (Erduran und Dagher, 2014; Kaya et al., 2019). Lernende können auf diesem Weg zum Beispiel schrittweise ihre Kompetenz zum kritischen Umgang mit Medien erweitern (Dagher und Erduran, 2017, S. 51):

„Das Verständnis des Grades der Systematik in Bezug auf wissenschaftliche Normen und Werte, Methoden und andere Kategorien innerhalb der erweiterten FRA kann ein prinzipielles Instrumentarium für die Beurteilung von wissenschaftlich klingenden Behauptungen und wissenschaftlich klingende Felder.“ (Dagher & Erduran, 2017; S. 51)

Hinsichtlich des FRA-Modells können elf Kategorien unterschieden werden (siehe Abbildung 6), die sich in kognitiv-epistemische Dimensionen (innerer Kreis), soziale Dimensionen (mittlerer Kreis) sowie sozial-institutionelle Dimensionen (äußerer Kreis) unterscheiden lassen (Dagher & Erduran, 2017). Die Merkmale im inneren Kreis sind vielmehr auf eine*n einzelnen Wissenschaftler*in bezogen, dessen Bezugspunkte zu weiteren Personen in der Arbeitsgruppe oder dem Forscherverbund im mittleren Kreis deutlich werden und sich abschließend im äußeren Kreis mit der strukturellen Einordnung weiterführender Institute oder weiterer Stakeholder trifft (Erduran & Dagher, 2014).

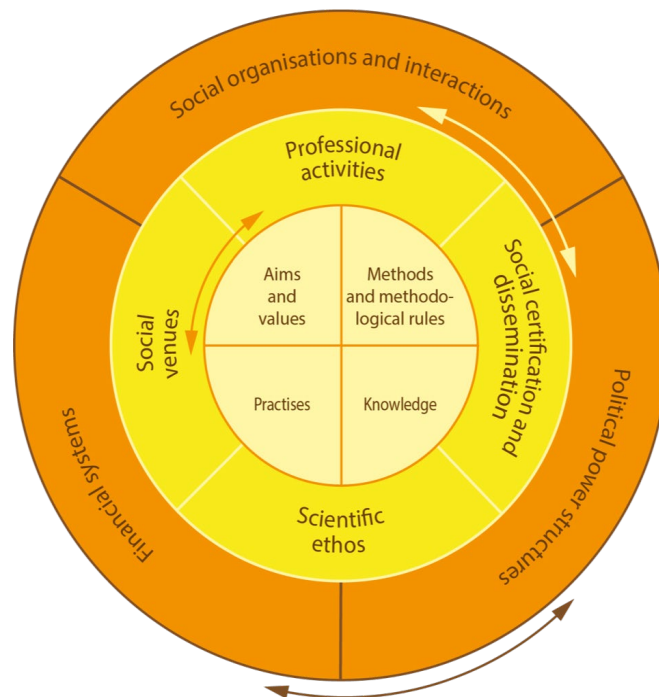


Abbildung 6. Dimensionen und Kategorien des Family Resemblance Approach (adaptierte Version nach Erduran & Dagher, 2014)

Alle diese Kategorien haben gemeinsam, dass miteinander interagieren und nicht jedes Merkmal nur einzeln für sich Einfluss auf das wissenschaftliche System nimmt. Die Kategorien dienen als Fundament und Orientierung für eine unterrichtliche Auseinandersetzung mit NOS, die vor allem nachvollziehbar und vielfältig dadurch aussehen kann. In Bezugnahme zu Fachinhalten und Kontexten von Wissenschaft sind diese anpassbar auf die Perspektive von einer oder mehrerer Kategorien, indem Gemeinsamkeiten reflektiert und ihre wechselseitige Einflussnahme besprochen werden kann.

Der FRA-Ansatz ist in Bezug auf andere, moderne NOS-Ansätze vielmehr der weitreichendste Ansatz im Sinne der Rekonzeptualisierung von Kommunikationsanlässen mit NOS angereicherten, wissenschaftlichen Inhalten (Dagher & Erduran, 2017). Auch andere neuere NOS-Modelle konzentrieren sich verstärkt auf die Ausführung von wissenschaftlichen Methoden und Praktiken, die beispielsweise im

Whole Science Ansatz nach Allchin (2011) darüber hinaus auch die Dimensionen der Ziele, Werte und sozio-kulturelle Merkmale mit aufgreift (Allchin, 2011). Als Charakteristikum für den FRA-Ansatz kann jedoch die besondere Berücksichtigung von institutionellen Aspekten auf Wissenschaft wie die politische, wirtschaftliche oder weitere Einflussnahme von Organisationen gelten (Erduran & Dagher, 2014).

In Hinblick auf die weitere Zusammenarbeit von Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik ist zum Beispiel der FRA-Ansatz besonders geeignet, um die Facetten zur Verstärkung des Vertrauens und der Glaubwürdigkeit von Wissenschaft zu vermitteln. Zudem ist der Aspekt der Abgrenzung zwischen Wissenschaft, Pseudowissenschaft und Nicht-Wissenschaft als besonders bedeutend für die Vermittlung von Wissenschaft in beiden Forschungstraditionen hervorzuheben (Dagher & Erduran, 2017; Hodson & Wong, 2014).

Abschließend ist zu sagen, dass der *Family Resemblance Approach* ein Werkzeug zum Kompetenzerwerb naturwissenschaftlichen Unterrichtes bietet. Mit Hilfe dieses Ansatzes kann die in beiden Bereichen stark forcierte *scientific literacy* gefördert werden, indem Lernende hinsichtlich gesellschaftlicher Teilhabe gefördert werden, eine bessere Orientierung zwischen wissenschaftlichen und pseudo- oder nicht-wissenschaftlichen Informationen vermittelt wird und diese Kenntnisse auf individuelle Entscheidungen mit fundierter Meinungsbildung anwenden können (Erduran & Dagher, 2014).

Wie auch der FRA-Ansatz nach Erduran und Dagher (2014) wurde der *Whole Science* Ansatz nach Allchin (2011, 2013) aus der Kritik an einem zu eng und einseitig gedachten „traditionellen“ NOS-Ansätze entwickelt, indem nicht deklarative NOS-Fakten vermittelt werden, sondern funktionale und praktische Zusammenhänge von Wissenschaft, die möglichst authentisch Wissenschaft abbilden und auf den Kontext eingehen:

„The nature of science, then, cannot be fully or adequately expressed by a list of explicit tenets. Rather, one frames it as a set of dimensions about how reliability is achieved as knowledge develops and how it is preserved as it moves from one place to another. The dimensions profile how science works – and at the same time how it sometimes does not work (and why).“ (Allchin, 2011, S. 524)

Wie auch beim FRA-Ansatz nach Allchin (2011) ist für ein fundiertes Bewusstsein von Wissenschaft das Verstehen von wissenschaftlichen Prozessen essenziell. Er unterscheidet deshalb in die Dimensionen „empirisch-beobachtend“, „konzeptuell“ und „soziokulturell“. Für ihn bedürfen jedoch auch die folgenden Aspekte von Wissenschaft einer besonderen Erklärung für die Lernenden: Finanzierung, Motivation, *Peer Review*, kognitiver Voreingenommenheit, Betrug und Validierung neuer Verfahren. Allchin (2011) möchte daher einen Perspektivwechsel vorschlagen, indem weniger die einzelnen, abgeschlossenen NOS-Aspekte im Fokus stehen, sondern vielmehr das Denken in Dimensionen und deren graduelle Abstufungen von Wissenschaft geschieht. Auch das Erfordernis sozialer Zusammenarbeit durch die wechselseitigen Kritiken, der immerwährend kritischen Herangehensweise und stetigen Überprüfung untereinander ist für die Glaubwürdigkeit und Qualitätssicherung von Wissenschaft seiner Meinung nach besonders wichtig abzubilden (Allchin, 2013). Besonders betont Allchin, dass es für eine transparente und glaubwürdige Wissenschaft auch das Kommunizieren und der wissenschaftliche Umgang mit Problemen, Fehlern oder unerwarteten Ereignissen geben sollte. Daher versucht dieser klarzumachen, dass es einen NOS-Ansatz braucht, der verantwortungsvoll und ausgewogen das Fundament wissenschaftlicher Zuverlässigkeit mit gleichzeitigem Aufzeigen der Grenzen von Wissenschaft verständlich darstellt (Allchin 2011).

Allchins NOS-Ansatz kann ebenso wie der FRA-Ansatz als Ansatz zum kritischen Umgang wissenschaftlicher Thesen genutzt werden kann, indem das Anstoßen von Reflexionsprozessen ein vielfältigeres Wissenschaftsverständnis der Lernenden aufbauen kann im Sinne einer fundierten *scientific literacy*. Dieses hilft den einzelnen Mitgliedern einer digitalisierten und wissenschaftsorientierten Gesellschaft

ausgereifte Entscheidungen zu treffen ohne Expert*innen in diesem Fachgebiet oder Thema der Wissenschaft zu sein. Beide Ansätze stärken somit aus Perspektive der Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation die Glaubwürdigkeit und das Vertrauen in Wissenschaft und bieten somit viel Potenzial für eine weitere Zusammenarbeit beider Forschungstraditionen.

1.6 Vermittlung durch Brückenformate

Bezogen auf das Potenzial zur weiteren Zusammenarbeit können *Science Outreach* Programme als verbrückendes Format zum Zusammenkommen beider Forschungstraditionen darstellen. Die Gründe dafür und ihre Ausgestaltung liegen vor allem im universitären Umfeld werden nun im folgenden Abschnitt vorgestellt und hinsichtlich der weiteren Zusammenarbeit von Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation weiter in die aktuelle Forschungsliteratur eingeordnet.

1.6.1 *Science Outreach* Programme an Universitäten als etabliertes Praxisformat

Auch an den meisten Universitäten sind unterschiedliche Formen von *Science Outreach* Programmen, wie sie im oberen Kapitel beschrieben wurden, zu finden. Diese können in Umfang und Art jedoch stark variieren (Eilam, Bigger, Sadler, Barry, & Bielik, 2016; Sadler et al., 2016). Die Entwicklung von universitätsgeleiteten *Science Outreach* Veranstaltungen wurde dabei vor allem durch die Erwartungshaltung von Teilen der Gesellschaft hinsichtlich der Wissenschaftler*innen neben ihrer Forschertätigkeit (*first mission*) und Aufgabe von Lehre (*second mission*) auch vielmehr Wissen für die Gesellschaft zugänglich zu machen (*third mission*) beschleunigt. Dies bestätigen auch die Ergebnisse von Sadler et al. (2016), denen zufolge Wissenschaftler*innen über den Erwartungsdruck berichten, sich mehr für Wissenschaftskommunikation in ihrem Bereich zu engagieren. Als ein weiterer interessanter Aspekt erscheint dabei, dass *Science Outreach* Programme häufig nicht von Managementstrukturen der Universität und dessen Implementationsstrategien initiiert werden, sondern diese vielmehr von Wissenschaftler*innen selbst organisiert werden (Greany, Gu, Handscomb, & Varley, 2014). Als Folge dieser Organisation durch Wissenschaftler*innen kann demnach eine „Start-Stopp“-Technik beobachtet werden, in der das Engagement sehr stark von den jeweiligen finanziellen Mitteln sowie dem eigenen Antrieb der Wissenschaftler*innen abhängt (Eilam et al., 2016; Greany et al., 2014). Hinsichtlich dieses Hintergrundes von häufig zeitlich begrenzten Finanzierungsmöglichkeiten und oftmals eigenem Engagement der Wissenschaftler*innen ohne die Unterstützung übergreifender institutioneller Strukturen liefert dies auch erste Erklärungen, warum so wenig systematische und fundierte Forschung über die Effektivität und Qualität von *Science Outreach* Programmen vorliegt (Banerjee, 2017; Vennix et al., 2017).

Bisherige Forschungen in diesem Bereich zeigen, dass das übergeordnete Ziel von *science outreach* Veranstaltungen an Universitäten am häufigsten die Steigerung des Interesses und Freude an Naturwissenschaften bei den Teilnehmenden wie Schüler*innen ist, die als mögliche Berufsorientierung für MINT-Fächer dienen kann (Husher 2010). Um dieses zu unterstützen, werden Fördermaßnahmen auch für Lehrkräfte und allgemein für das Bewusstsein von Wissenschaft angeboten (Sadler et al., 2016). Des Weiteren ist das Ziel vielfältigere Gruppen der Gesellschaft im universitären Kontext anzusprechen und ihren Zugang zur Wissenschaft weiter zu erleichtern, z.B. durch die persönlichen Begegnungen mit Wissenschaftler*innen. Dies schließt auch besonders unterrepräsentierte Gruppen wie Frauen oder Personen aus einkommensschwächeren Haushalten mit ein. Zudem können diese Veranstaltungen an Universitäten einen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Grundbildung (*scientific literacy*) leisten, indem Schüler*innen befähigt werden, fundierte Entscheidungen mit oder über Wissenschaft für sich zu treffen (Jeffers, Safferman, Safferman, Husher 2010).

Wohl eine der ältesten und international bekannteste *Science Outreach* Veranstaltung an Universitäten ist die „Royal Institution Christmas Lectures“, in der wissenschaftliche Vorträge für die Zielgruppe von

Schüler*innen gehalten werden. Sie werden auch als „Meilenstein der Wissenschaftskommunikation“ benannt (Gjersoe & Hood, 2013) und darüber hinaus als „Geburtsstunde“ der modernen Form von Wissenschaftskommunikation angesehen. Im Jahr 1825 war dies wohl die erste öffentlich sichtbare Bestrebung, Wissenschaft an ein Publikum außerhalb der Wissenschaft zu vermitteln (Mulder, et al. 2008). Bei der Vortragsveranstaltung werden von der Royal Institution (Ri) jährlich (mit Ausnahme des 2. Weltkrieges) drei Vorlesungen zu einem Thema vorgestellt, das sich an ein junges Publikum (Kinder im Alter von 11-17 Jahren) richtet. Die Vorlesungen wurden zum ersten Mal 1936 digital ins Fernsehen übertragen und sind seit 1966 jährlich im britischen Fernsehen zu sehen, sodass sie mit einem Millionenpublikum zur ältesten Wissenschaftssendung der Welt gehören. Die Vorlesungen sollen durch viele Requisiten und spannende interaktive Demonstrationen vor allem junge Menschen für die Wissenschaft begeistern (Ri online, 2019).

Science Outreach Programme an Universitäten eint das Zusammentreffen verschiedenster Akteure wie Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen, Schüler*innen oder *Practitioners* (wie Organisator*innen, Naturwissenschaftsdidaktiker*innen), die allesamt teils unterschiedliche, teils gemeinsame Ziele verfolgen. Um *Science Outreach* Programme an Universitäten in qualitätsvolle Veranstaltungen zu überführen, braucht es im ersten Schritt eine evidenzbasierte Grundlage der Bedürfnisse ausgehend von den Kommunikator*innen. Was diese Bedürfnisse sind und wie diese miteinander in Beziehung stehen, wird im folgenden Kapitel erläutert.

1.6.1.1 Bedürfnisse der wissenschaftlichen Kommunikatoren

Zunehmend werden Wissenschaftler*innen Kommunikatoren im Austausch mit Teilen der Öffentlichkeit (Besley et al. 2021; Varner 2014). Aus aktueller Forschungsliteratur ist dahingehend bekannt, dass Wissenschaftler*innen immer häufiger diese Begegnungen mit der Öffentlichkeit auch als gewinnbringend für sich selbst einschätzen (Davies, 2008), aber die Beteiligung in Wissenschaftskommunikation vor allem nach Jensen (2011) bei Biologiewissenschaftler*innen (*life scientists*) als sehr gering zu bewerten war. Er fand heraus, dass Forschende der Ökologie oder Verhaltensbiologie um das Doppelte häufiger an *science outreach* Veranstaltungen teilnahmen, als Zell- oder Molekularbiolog*innen. Zu den Hauptgründen dieser geringen Beteiligung zählt das Gefühl der Beteiligten sich dafür unzureichend vorbereitet anzusehen, was nach eigener Einschätzung keine „effektive Interaktion mit der Öffentlichkeit“ ermöglicht (Jensen, 2011). Damit geht die Folge einher, dass sich Wissenschaftler*innen bei ihren Kommunikationsinhalten vielmehr auf ihre Intuition und wissenschaftliche Kommunikationsformen stützen, als auf empirisches Wissen über die Kommunikation mit Nicht-Wissenschaftler*innen und wie die Zielgruppe mit den Informationen umgeht (Besley & Nisbet, 2011). In der Beantwortung der Frage, welche Wissenschaftler*innen an *Science Outreach* teilnehmen, zeigen Studien unterschiedliche Tendenzen: Zum einen weist Besley (2015) darauf hin, dass männliche Wissenschaftler sich häufiger daran beteiligen als weibliche, während andere Studien aufzeigen, dass Räume im Outreach häufiger von weiblichen Wissenschaftlerinnen oder Minderheiten besetzt werden (Besley, 2015; Jensen, 2011). Andere Untersuchungen deuten darauf hin, dass sich ältere Wissenschaftler eher an sich eher öffentlich engagieren als jüngere Wissenschaftler (The Royal Society, 2006), ebenso wie Wissenschaftler in fortgeschrittenen Karrierestadien (Jensen, 2011). Studien legen auch nahe, dass dahingehendes öffentliches Engagement eher von Forschenden der Sozial- und Umweltwissenschaften (Entradas & Bauer, 2017; Jensen, 2011), Biologie oder Medizin (Besley et al., 2013) ausgeführt wird.

Wahrnehmung der Zielgruppe

Ein weiterer Aspekt in der Wissenschaftskommunikation ist, dass Forschende vielfach bei der Kommunikation ihrer Studien immer noch häufig von einem Wissensdefizit im Sinne des `deficit model` ausgehen (Dudo & Besley, 2016; Varner 2014). Bezogen auf die Zielgruppe wird die "Öffentlichkeit" vermehrt als homogene Gruppe angesehen, bei der kein größeres Interesse besteht, eigenständig etwas über Wissenschaft zu lernen (Besley & Nisbet, 2011). Diesbezüglich zeigen jedoch Forschungserkenntnisse aus der Sozialforschung, dass "die Öffentlichkeit" vielmehr eine heterogene Ansammlung vieler "Öffentlichkeiten" ist, in der jede Gruppe für sich wie die von Schüler*innen ihre eigenen Bedürfnisse und Werte repräsentieren (Fischhoff, 2013). Insgesamt können diese verzerrten Wahrnehmungen und Sichtweisen als mentale Filter wirken, die die Aufnahme von Informationen über Wissenschaft maßgeblich beeinflussen können (Scheufele, 2013).

Eigene Rolle bei Science Outreach Veranstaltungen

Auch als Folge dieser Wahrnehmungen und Sichtweisen bezogen auf die Zielgruppe sehen Forschende *Science Outreach* häufig noch als einseitige Kommunikation, bei denen Wissenschaftler*innen einer Zielgruppe wie Schüler*innen Informationen übermitteln. Dabei weniger beachtet wurde die Gelegenheit gleichzeitig die Kommunikationsfähigkeiten zu verbessern oder Herausforderungen in der Gesellschaft verstehen zu wollen, die auch soziale Folgen für ihre Arbeit bedeuten könnte (Clark et al., 2016). Diese Erkenntnisse werden auch durch eine weitere groß angelegte Umfrage gestützt, bei der 12 % der befragten Wissenschaftler*innen äußerten, dass sie Veranstaltungen im *Science Outreach* auch für das bessere Verstehen ihrer Zielgruppe nutzen und dabei aufmerksam zuhören (Royal Society, 2006). Dabei kann gerade dieser einseitige Informationsaustausch die Barrieren zwischen Forschenden und Autoritäten mit Spezialwissen sowie Teilen der Öffentlichkeit als Zuhörer*innen und Lernende des Spezialwissens noch weiter verstärken, denn das Spezialwissen ist nur für bestimmte Mitglieder der Gesellschaft zugänglich und viele andere Bereiche der Gesellschaft können an der Schaffung des Wissens nicht teilhaben (Peters 2013). Diese Informationslücke im Sinne einer „top down“ Überzeugungskampagne kann sich auch negativ auf das Vertrauen in die Wissenschaft und die Wissenschaftler*innen auswirken (Monroe 2011).

Hinsichtlich der Wissenschaftler*innen und ihrer Beziehung von Presse und Öffentlichkeit stellen Besley und Nisbet (2013) vermehrt eine relativ negative Einstellung fest. Obwohl Wissenschaftler in ihrem öffentlichen Engagement nur einen begrenzten Vorteil sehen, verspüren sie häufig ein starkes Bedürfnis, die öffentliche Entscheidungsfindung zu beeinflussen. Weitere Studien zeigen jedoch auch, dass es nur eine geringe Korrelation zwischen der Wahrnehmung der Öffentlichkeit durch Wissenschaftler*innen und ihren Ansichten über praktisches Engagement gibt (Besley, 2015; Besley et al., 2013).

Kommunikationsziele

Bezogen auf die Motive und Ziele zur Teilnahme an *Science Outreach* Programmen bei Wissenschaftler*innen ist hier genauso eine Vielfalt zu beobachten, wie auch bei ihren Kommunikationshintergründen (Fischhoff & Scheufele, 2013; Martin-Sempere et. al, 2008). Dazu zählen unter anderem: Die Information und Inspiration der Öffentlichkeit (Davies 2008; Dudo & Besley, 2016), der Aufbau von Vertrauen in Wissenschaft und ihre Wissenschaftler*innen (Dietz, 2013; Goodwin & Dahlstrom, 2014), die Verteidigung der Wissenschaft gegen Fehlinformationen oder Pseudowissenschaft (Fischhoff & Scheufele, 2014), die Beeinflussung der Politik (Goodwin, 2014) und die Förderung der eigenen Karriere (Davies, 2008; Sommer & Maycroft, 2008).

Wissenschaftler*innen aus der Wissenschaftskommunikationsforschung, die sich intensiv mit Kommunikationszielen von Wissenschaftler*innen auseinandergesetzt haben, sind Dudo, Besley et al. (2016, 2018). Diese befragten 390 Forschende nach ihren Zielen in der online-Kommunikation rund um das Thema Wissenschaft. Bei ihrer Befragung stellten sie diese nachfolgenden fünf Kommunikationsziele als besonders relevant heraus (Dudo und Besley, 2016, S. 8):

1. *Andere über Wissenschaft informieren*
2. *Andere für die Wissenschaft begeistern*
3. *Andere davon überzeugen, dass Wissenschaftler vertrauenswürdig sind*
4. *Botschaften der Wissenschaftler*innen so gestalten, dass sie mit den bestehenden Ansichten der Menschen übereinstimmen*
5. *Wissenschaft gegen wahrgenommene Fehlinformationen verteidigen*

Um die genannten Kommunikationsziele besser zu evaluieren und zu reflektieren, unterscheiden Dudo, Besley und Yuan (2018) in ihren Arbeiten vielmehr zwischen übergeordneten Zielen (communication goals), denen untergeordneten Zielen (communication objectives) und vielmehr Taktiken in der Kommunikation (communication tactics). Die übergeordneten Ziele sind längerfristig angelegte Erkenntnisse in *Science Outreach* Programmen wie die Berufsorientierung zu MINT-Fächern oder eine Änderung persönlichen Verhaltens. Denen untergeordnete Ziele sind vorläufiger und kurzfristiger zu betrachten und können zum Beispiel nach einem *Science Outreach* Events das gesteigerte, situationale Interesse oder die Motivation zum präsentierten Gegenstand darstellen. Schlussendlich können Taktiken helfen, die anderen beiden Ziele besser erreichen zu können. Unter Taktiken zählen zum Beispiel rhetorische Mittel wie das Erzählen einer Geschichte ("storytelling") oder Elemente der Visualisierung im Vortrag zu nutzen.

Die aktuelle Forschung aus mehreren Bereichen über Wissenschaftler*innen zeigt nach wie vor ein großes "Festhalten" an der Idee des 'Deficit Models', obwohl dazugehörige Forschung die Ineffektivität des Ansatzes immer wieder darstellt. Im Zuge dieser Entwicklung sind die meistgenannten Kommunikationsziele von Wissenschaftler*innen (communication objectives nach Dudo & Besley, 2016) "Informieren über Wissenschaft" und "Verteidigung der Wissenschaft gegen Fehlinformationen". Darüber hinaus ist das Festhalten am Kommunikationsziel "Informieren über Wissenschaft" so tief verwurzelt, dass diese hohe Priorisierung Studien zufolge auch unabhängig von Verhalten, Einstellungen oder demografischen Faktoren (wie Alter, Disziplin oder Karrierestufe) zu beobachten ist (Kimbrell et al., 2022). Wissenschaftler*innen, die sich im *Science Outreach* engagieren, treibt somit häufig eine oder gleich mehrere dieser Hauptmotivationen: Sich für das Gemeinwohl in der Gesellschaft einzusetzen, das Gefühl erfolgreiche Wissenschaftskommunikation zu betreiben und der Glaube an effektive *Outreach*-Arbeit (Dudo & Besley, 2016).¹⁵

1.6.1.2 *Bedürfnisse der Zielgruppe*

Schüler*innen als Lernende

Science Outreach Programme verfügen über ein großes Potenzial hinsichtlich der Komplementierung von *scientific literacy* oder dem Anwerben von naturwissenschaftlichem Nachwuchs (Clark et al.,

¹⁵ Die beschriebenen Inhalte zu den Bedürfnissen der Teilnehmenden sind in ähnlicher Form in den folgenden eingereichten Artikel eingeflossen: Claussen, C., Enzigmüller, C., Kremer, K., Schulenburg, H., Parchmann, I. Developing science outreach events based on stakeholders' objectives and expectations – A case study of a lecture day for schools. Paper unter Begutachtung.

2016). Damit diese jedoch ihre volle Wirkung entfalten können, sollten diese Veranstaltungen auf die Bedürfnisse wie die Interessen, Einstellungen oder Erwartungen nicht nur der Kommunizierenden, sondern aller Teilnehmenden wie der Zielgruppe eingehen (Anderson et al., 2006). Ein weiterführender Analyseschritt ist dahingehend aus aktueller Forschungsliteratur mehr über die Zielgruppe herauszufinden, die potenziell an diesen Programmen teilnehmen (Garner & Eilks, 2015). Schüler*innen bilden daher eine zentrale Rolle in der Erforschung von systematischeren Ansätzen zur didaktischen Begleitung von *Science Outreach* Programmen. Hierfür ist es notwendig Schüler*innen als eigene Akteure und Zielgruppe von *Science Outreach* Programmen wahrzunehmen und ihre Voraussetzungen, Wertvorstellungen, Wissenshintergründe, Interessen, Erwartungen oder auch mentalen Modelle genau zu prüfen (Fischhoff, 2013).

Interessen

Ein wichtiger Aspekt in der naturwissenschaftlichen Bildungsforschung ist das Konstrukt des Interesses von Schüler*innen an einem Forschungsgegenstand genauer zu erforschen. Forschungsergebnisse wie die von Krapp (2002) deuten darauf hin, dass Lernaktivitäten, die das Interesse bei Schüler*innen auslösen, auch vielmehr tiefergehende Lernprozesse fördern können. In der Naturwissenschaftsdidaktik wird daher zwischen dem situativen Interesse und dem individuellen Interesse differenziert (Krapp, Hidi, & Renninger, 1992). Situatives Interesse hat meist kurzfristige Auswirkungen, während individuelles Interesse als stabiler und langfristiger angesehen wird. Ein Besuch eines informellen Lernortes kann somit auch Effekte auf das Interesse der Schüler*innen haben und diese gegebenenfalls steigern. Das Engagement der Lernenden in informellen Umgebungen hängt in erster Linie von den persönlichen, physischen und soziokulturellen Kontexten der Lernenden ab (Braund und Reiss, 2004). Braund und Reiss (2004) stellten fest, dass allgemeine Interessen und Handlungen der Schüler*innen im Zusammenhang mit der lebendigen Natur den wichtigsten außerschulischen Faktor darstellen, der mit den verschiedenen Kontexten des Interesses an der Biologie zusammenhängt. Dies betrifft etwa das Lesen von Büchern, das Ansehen von Naturfilmen oder das Verbringen von Zeit in der Natur.

Vertrauen in Wissenschaft und ihre Akteure

Ein weiterer Faktor ist das Vertrauen in Wissenschaft und ihre Akteure, die einen sinnvollen und essenziellen Baustein für das Gelingen einer wissenschaftsfundierten und informierten Gesellschaft darstellen (Arimoto & Sato, 2012; Hendriks et al., 2016b). In einer Studie von Krüger, Höffler und Parchmann (2022) wurden Oberstufenschüler*innen vor und nach einem wissenschaftsbasierten Outreach-Aktivität hinsichtlich ihres Vertrauens in Wissenschaft und das Vertrauen in Wissenschaftler*innen befragt. Bei diesen Studien kam heraus, dass die befragten Oberstufenschüler*innen im Mittel schon ein hohes Vertrauen in Wissenschaft hatten und sich nur dieses geringfügig durch den Besuch der außerschulischen Lernaktivität verändert hatte. Diese Tendenz in den Ergebnissen bestätigen auch weitere Studien wie etwa von Kingsley et al. (2017) oder Ocobock und Hawley (2020). Einen positiven Effekt und damit ein höheres Vertrauen in Wissenschaft durch die wissenschaftsbasierte Outreach-Aktivität von Krüger et al. (2022) konnten jedoch besonders Personen mit niedrigen Vertrauen in Wissenschaft gewinnen. Das Vertrauen in Wissenschaft ist generell ein wichtiger Faktor zur Evaluation von außerschulischen Lernorten, denn die Vertrauenswürdigkeit von Kommunizierenden wie Wissenschaftler*innen kann generell positive Effekte auf Lernerfolg sowie die Motivation für wissenschaftliche Tätigkeiten oder Berufsorientierung bewirken (Schlesinger et al., 2016).

Erwartungshaltungen

Ein weiterer Faktor bei der Untersuchung der Schülerperspektive sind die Erwartungen an das außerschulische Lernen. Diese sind besonders für Forschende, Organisierende oder Personal dieser Veranstaltungen von Erkenntnisinteresse. Genauere Informationen über die Erwartungen der Zielgruppe an *Science Outreach* Aktivitäten kann die Struktur und Durchführung dieser Veranstaltungen maßgeblich beeinflussen, sodass dies zu positiven Effekten auf kognitiver und affektiver Ebene bei Schüler*innen führen kann (Garner & Eilks, 2015; Clark et al., 2016). Jedoch zeigt dieser Forschungsfokus zu Schülererwartungen an außerschulischen Lernorten bislang nur unzureichende Belege an, was für Schüler*innen bei außerschulischen Lernbesuchen besonders wichtig ist oder was sie aus dem Besuch gewinnen (Eshach 2006; Garner & Eilks, 2015). Viel häufiger werden dahingehend die Einstellungsveränderungen der Teilnehmenden von *Science Outreach* Programmen hinsichtlich wissenschaftlicher Aspekte untersucht (Eshach 2006). Bislang ist bekannt, dass die Erwartungen an den Besuch der *Science Outreach* Aktivität einen direkten Einfluss darauf ausüben kann, wie zufrieden sie mit dem Besuch waren (Appleton-Knapp & Krentler, 2006). Weitere Studien aus diesem Bereich konnten ebenfalls eine Korrelation zwischen den Erwartungen und Einstellungen der Schüler*innen vor dem Besuch und dem Lernerfolg nach dem Besuch der *Science Outreach* Aktivität herausfinden (Falk & Storksdiel 2005). Auch Studienergebnisse von Lee, Stern & Pawell (2020) zeigen, dass Schüler*innen bessere Lernerfolge erzielten, wenn ihnen bewusst war, was von ihnen erwartet wurde z.B. hinsichtlich der geltenden Regeln und des Ablaufs. Insgesamt können sich neue Eindrücke bei der außerschulischen Lernaktivität positiv auf das Lernen und die Interessensförderung auswirken. Wenn diese jedoch zu sehr die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, kann dies wieder negative Folgen auf Lernprozesse bewirken (Orion und Hofstein, 1994). Daher sollten im Vorfeld des Besuches realistische Erwartungen an den Besuch geweckt werden, die eine Überreizung mit neuen Aspekten vorbeugen können (Jarvis & Pell, 2005). Lucas (2000) befragte Schüler*innen im Vorfeld eines Besuches in einem wissenschaftlichen Zentrum nach ihren Vermutungen für den Besuch und ihrer dortigen Aufgabe. Den befragten Schüler*innen war deutlich bewusst, dass sie die Erwartungshaltung hatten etwas zu lernen, indem sie verschiedene Lernstrategien einsetzen sollten. Zudem erwarteten diese, dass der Besuch Spaß machen sollte (Lucas 2000). Weitere Studien wie die von Davidson et al. (2009) berichten von Schülererwartungen, in denen der Ort der außerschulischen Lernaktivität unterschiedlich zur Schule sei, Möglichkeiten zur engeren Zusammenarbeit mit Mitschüler*innen erlaube sowie unterschiedliche Formen sozialer Interaktion beinhaltet. Hinsichtlich der Studie von Schwarzer, Höffler und Parchmann (2015) gaben Schüler*innen als Erwartung eines Besuches im Schülerlabor an, dass sie vor allem experimentell arbeiten möchten und mehr Einblicke in moderne und authentische Forschung erhalten möchten. Ein wichtiger intrinsischer Motivator für die Teilnahme an *Science Outreach* Programmen ist, dass sie die Möglichkeit haben etwas zu verändern, indem sie sich mehr mit Umweltthemen beschäftigen (De Young, 2000).

Bezüglich der Zielgruppe gibt es viele Untersuchungen zu den komplexen Zusammenhängen von Wissen, Einstellungen und der Bezug zu wissenschaftlichen Themen (*scientific issues*). Es zeigt sich, dass es nur einen sehr schwachen Zusammenhang zwischen Faktenwissen und Einstellungen zur Wissenschaft bzw. wissenschaftlichen Themen gibt. In einigen Studien lässt sich sogar ein negativer Zusammenhang zwischen einem größeren wissenschaftlichen Wissen und der Einstellung zum Thema (*scientific issue*) feststellen (Nisbet & Markowitz, 2015).

Lehrer*innen als schulische Vermittlungsrolle

Ein schulisches Bindeglied zwischen Kommunizierenden und den Lernenden stellen die Lehrkräfte dar. In ihrer vermittelnden Rolle stellen diese meist erst den Kontakt zu den Organisator*innen des *Science Outreach* Programmes her oder binden den außerschulischen Lernortbesuch in aktuelle Schulhalte

ein. Lehrkräfte nehmen daher eine wichtige Position in dem Verständnis und der weiteren Erforschung von *Science Outreach* Programmen ein (Garner & Eilks, 2015; Kisiel, 2006). Ihre vermittelnde Rolle ist prägend für den Erfolg dieser Veranstaltungen, was sich beispielsweise anhand von Lernerfahrungen ihrer Schule ableiten lässt (Anderson et al., 2006; Garner & Eilks, 2015). So deuten Erkenntnisse von Davidson et al. (2009) oder Griffin (1994) an, dass Lehrkräfte maßgeblich das Lernen ihrer Schüler*innen während oder nach der Veranstaltung beeinflussten.

Erwartungshaltungen

Befragt man Lehrkräfte nach ihren Erwartungen und intendierten Zielen für den Besuch des *Science Outreach* Programmes. So werden häufig vielmehr affektive als kognitive Lernziele angestrebt, was z.B. eine Steigerung des Interesses oder der Motivation zum Lerngegenstand meint (Anderson et al., 2006; Schmidt, Di Fuccia & Ralle, 2011). Eine genauere Untersuchung zu den Erwartungen an außerschulische Lernorte machte Kisiel (2005), indem dieser acht Lernziele für den Besuch eines Museums ermittelte: Verknüpfung mit dem curricularen Vorgaben, Vermittlung einer allgemeinen Lernerfahrung, Förderung des lebenslangen Lernens, Steigerung des Interesses und der Motivation der Lernenden, Vermittlung neuer Erfahrungen, Abwechslung in der Umgebung oder Routine, Vergnügen und Erfüllung der schulischen Erwartungen. Studien von DeWitt & Osborne (2007) bestätigen diese oder ähnliche Ziele. Gründe für den Besuch des Science Outreach Programms sind dabei insbesondere die Verbesserung der Einstellung der Lernenden, die Steigerung der Motivation der Schüler*innen sowie die Möglichkeit zur praktischen Laborarbeit (Schmidt et al., 2014). Erst danach folgte die Aneignung neuer Inhalte als Grund für den Besuch. Jedoch zeigen Studienergebnisse von Garner und Eilks sowie Schmidt, Di Fuccia und Ralle (2014), dass Lehrkräfteerwartungen an außerschulische Lernorte häufig nicht erfüllt werden. Daher sprechen sich diese Autor*innen sowie Andersen et al. (2006) für eine frühzeitige Kommunikation aus, in der Organisator*innen und involviertes Personal über die Erwartungen und Bedürfnisse an den Besuch des außerschulischen Lernortes in Kenntnis gesetzt werden. Mit Hilfe dieser Informationen kann die Ausgestaltung der Veranstaltung möglichst frühzeitig noch mehr an die Bedürfnisse der Lehrkräfte angepasst werden (Garner & Eilks, 2015).

Schulische Einbettung

Hinsichtlich der Motivation zum Besuchen einer außerschulischen Lernortaktivität deutet Kisiel (2006) in seiner Studie an, dass diese den Bezug zum Lehrplan oder dem Curriculum besonders wichtig finden, aber diesen Zusammenhang zum Lehrplan ganz unterschiedlich argumentierten: Zum Beispiel um ihre Sprachkenntnisse in einer neuen Umgebung anzuwenden, praktische Versuche oder Erfahrungen zu machen, der Besuch in ein neues Thema des Lehrplanes einführt oder dieses einfach nochmal wiederholt, das Thema ein sehr wichtiges Element des Lehrplans darstellt, damit Schüler*innen neue Lerninhalte erwerben oder immerhin einen direkten Zusammenhang vom Inhalt der Veranstaltung zum Inhalt im Lehrplan ziehen können. Sind sich Lehrkräfte dieser vielseitigen Bezüge zum Lehrplan bewusst, können diese nach Kisiel auch leichter die Art der Verbindung zwischen den präsentierten Inhalten am Lernort und dem Lehrplan herstellen und in diesem Bewusstsein planen bzw. ihre Schüler*innen angemessen vor- und nachbereiten (Eshach, 2006).

Storksdieck (2001) hat gezeigt, dass wenn Lernende nicht mit den allgemeinen Zielen einer Exkursion vertraut sind, dies oft Auswirkungen auf ein effektives, zielorientiertes Lernen während der Exkursion hat. Dementsprechend betont der Autor die Verantwortung der Lehrkräfte bei der Vorbereitung ihrer Lerngruppe und der Gestaltung ihrer Erwartungen an eine Exkursion außerhalb der Schule.

1.6.1.3 *Bedürfnisse weiterer Akteure - Naturwissenschaftsdidaktiker*innen in einer wissenschaftlichen Vermittlungsrolle*

Auch andere Akteure zwischen Forschenden und ihren Zielgruppen bei *Science Outreach* Programmen spielen eine wichtige Rolle beim Dialog zwischen Wissenschaft und Schule. Dazu gehören etwa die Organisatoren des Programms, die u.a. Interesse zum Thema, Berufsorientierung oder Aufmerksamkeit für ein Thema vermitteln wollen. Stakeholder aus der Politik streben vor allem einen Informationsaustausch zu einem gesellschaftlich relevanten Thema an und Didaktiker*innen naturwissenschaftlicher Fächer wollen beispielsweise eine bessere Passung der Bedürfnisse zwischen den Teilnehmenden erreichen.

Alle diese verschiedenen Akteure vereint die Tatsache, dass sie eine vermittelnde Position zwischen Akteuren aus Schule und Wissenschaft einnehmen, aber warum ist diese wichtig zu berücksichtigen? Welche Aufgabe können diese übernehmen und wie ist dies in der aktuellen Forschungsliteratur berücksichtigt? Im folgenden Abschnitt werden diese Fragen adressiert und Antworten in den aktuellen Forschungsdiskurs zwischen Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik eingeordnet.

Ein wissenschaftliches Bindeglied zwischen Kommunizierenden und Lernenden stellen Naturwissenschaftsdidaktiker*innen an außerschulischen Lernorten mit ihrer eigenen Forschung dar. Mittlerweile wird diese immer mehr in Kommunikationsmodellen wie dem *Visual Model* oder *Theory of Change-Model* der AAAS (2016, 2019) aktiv mit eingeplant, u.a. unter der Gruppe der *Practitioners*.

Die Art der Vermittlungsrolle

Neben dem Einbinden der Vermittlungsrolle in Forschungsansätzen wie dem AAAS-Model (2016) oder Varner (2014) bilden die sogenannten Brokerage-Modelle (z.B. Neal et al., 2015) ein konkretes Beispiel für das Betonen der Vermittlungsrolle zwischen „Theorie und Praxis“, die auf eine indirekte Verbindung zwischen Akteuren von Wissenschaft und „Praxis“ (z.B. Schule) verweisen.

Ein wichtiger Bereich umfasst dort die Vermittlung von Wissen sowie das damit verbundene Einholen weiterer Informationen über die Bedürfnisse der beteiligten Akteure. Neal et al. (2015) betonen dabei, dass Broker nicht explizit einer Perspektive angehören, sondern sich durch ihre vermittelnde Rolle definieren, die z.B. zwischen den Forschenden und einer Zielgruppe sein kann. Dabei unterscheiden Gould und Fernandez (1989) zwischen fünf Typen des „Brokerage“:

Die Schulleitung nimmt im vorliegenden Beispiel die Rolle des*r *Koordinator*in* ein, indem dieser für die Grundschule Informationen beispielsweise über die Einführung eines lernwirksamen Ganztags aus einer Fachzeitschrift an eine weitere Schulleitung eines Gymnasiums weiterleitet, die diese intern mit weiteren Schulleitungen bespricht. Die zweite Vermittlungsrolle nehmen *Reisende* ein, z.B. eine Forschende, die ihre Forschungserkenntnisse zur Einführung eines lernwirksamen Ganztags zuerst mit Lehrkräften in einem Bundesland vorstellt sowie diskutiert und diese Ergebnisse anschließend mit Lehrkräften aus einem anderen Bundesland teilt. Als dritte Position werden *Torwächter*innen* benannt. Diese Funktion nimmt beispielsweise ein Angestellter einer Schulaufsicht ein, der eine Forscher*in an einer Forschungseinrichtung den beauftragt, eine Lehrkräftefortbildung zur Realisierung lernwirksamer Ganztagsschule auszuarbeiten. Zusätzlich fungieren Broker in der Rolle von *Repräsentant*innen*, indem ein*e Mitarbeiter*in erste Ergebnisse über die Lernwirksamkeit des Ganztags erarbeitet, der im selben Institut auch durchgeführt wurde. Anschließend stellen Repräsentant*innen ihre Ergebnisse auf Konferenzen interessierten Schulleitungen vor. Der letzte Typ beschreibt die *Liason*. In

dieser arbeitet eine angestellte Person eines Landesinstituts enger mit einer Universität zusammen und trägt aktuelle Forschungsergebnisse zur Implementierung einer lernwirksamen Ganztagschule zusammen. Diese werden dann im Rahmen einer landesweiten Konferenz gebündelt und interessierten Lehrkräften vorgestellt.

Das Modell von Gould und Fernandez (1989) zeigt jedoch auch Grenzen auf, insofern als nur eine Informationsrichtung dargestellt wird und die Pfeile nicht wieder zurückgespiegelt werden. Ein wechselseitiger Austausch findet demnach nicht statt. Eine daraus resultierende Schlussfolgerung ist, dass kooperative und Co-Design-Prozesse nicht direkt angesprochen oder berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit der Verankerung dieser kooperativen Design-Forschungsprozesse zeigt sich jedoch im Vorgehen der „*Liason*“, indem neben Forschenden und Akteuren der Schule die Vermittlungsrolle von Naturwissenschaftsdidaktiker*innen dazwischengeschaltet wird.

Ziele der Vermittlungsposition

Die vermittelnde Position hat dabei das Ziel die Bedürfnisse aller Beteiligten zu identifizieren und diese so effektiv wie möglich durch Übersetzungsarbeit, Hilfe bei der Kommunikation von Inhalten zu liefern oder Kompromisse zwischen verschiedenen Perspektiven zu erreichen. Bisher wird diese Vermittlungsarbeit in der Interaktion zwischen Teilgruppen der Öffentlichkeit bei *Science Outreach* Programmen noch wenig zusammenhängend publiziert, nur vereinzelt oder auch in anderen Forschungsbereichen umgesetzt (siehe z.B. Sampson, Kettunen & Vuorinen, 2019). Im nachfolgenden Kapitel wird diese vermittelnde Arbeit der Naturwissenschaftsdidaktik systematisch an allen beteiligten Perspektiven bei *Science Outreach Programmen* zwischen schulischen und wissenschaftlichen Akteuren dargestellt.

1.6.2 Die fachdidaktische Begleitung von *Science Outreach* Veranstaltungen an Universitäten

Die unterschiedlichen Bedürfnisse der Teilnehmenden von *Science Outreach* Veranstaltungen machen deutlich, dass die Organisation und Durchführung von *Science Outreach* sehr komplex ist und viele unterschiedliche Ebenen anspricht. Dies betrifft z.B. die didaktische Einbettung in den Regelunterricht von Lehrkräften oder die Art der Kommunikation von Wissenschaftler*innen. Im Folgenden werden diese Ebenen angesprochen und herausgestellt, wie diese in dem aktuellen Forschungsdiskurs diskutiert werden, um Veranstaltungen im *Science Outreach* effektiv und nachhaltiger gestalten zu können.

1.6.2.1 Lehrer*innen als schulische Vermittler*innen – Studien zur Nutzung von Outreach-Angeboten

Viele Studien weisen positive Effekte zur Einbettung des außerschulischen Lernortes in den Schulunterricht auf (z.B. Goodyer & Soysa, 2017; Constan & Spicer, 2015), zeigen ältere Studien wie die von Griffin und Symington (1997) und weitere Studien wie die von Tal et al. (2005) jedoch, dass die Einbettung der außerschulischen Lernortbesuche in den Unterricht nur bei wenigen Klassen umfangreich erfolgt. Häufig konzentrierte sich die Vorbereitung auf den Besuch nach Griffin und Symington (1997) lediglich auf organisatorische Dinge im Vorfeld des Besuchs. Fragte man nach Gründen für die fehlende Einbindung, so äußerten sich die Beteiligten, dass sie sich eine stärkere Nachbereitung des außerschulischen Lernorttages wünschen würden, aber dies nur sehr selten so stattfand (Tal et al., 2005). Zudem konnte festgestellt werden, dass die Nachbereitung im Unterricht oft ganz fehlt (Tal et al., 2005). Eysel und Schallies (2003) weisen diesbezüglich darauf hin, dass eine fehlende Einbindung in dem Schulunterricht dazu führt, dass der außerschulische Lernortbesuch vielmehr als „Ausflug“ gesehen wird, indem die Zielgruppe das Geschehen auf sich wirken, ohne sich vorher über den Ablauf und

bzw. oder den Inhalt zu informieren. Dieses Gefühl eines „Ausfluges“ betrifft nicht nur Lernende, sondern auch Lehrende. Teilweise sahen Lehrkräfte den Besuch eines außerschulischen Lernortes vielmehr als unterhaltsamen Ausflug an und weniger als organisierten und strukturierten Lernanlass, bei denen ihre professionellen Kompetenzen ebenfalls zum Einsatz kommen (Tal, Bamberger & Morag, 2005). Schlussfolgernd ist diesen Lehrpersonen wohl möglich die Effektivität und das Potenzial von Besuchen außerschulischer Lernorte nicht bewusst (Tal et al., 2005). In einer weiteren Studie von Kisiel (2005) gaben 90% der Lehrkräfte an, dass sie das Vorhaben verfolgen, den außerschulischen Besuch auch in den Unterricht zu integrieren. Davon ausgehend gaben jedoch nur 23% der Lehrer*innen an, dass sie es als notwendig empfanden, dass ihre Schüler*innen die inhaltliche Verknüpfung von der Vorbereitungsstunde, dem Besuch am außerschulischen Lernort und der daran anknüpfenden Stunde herstellen, obwohl diese auch eine kognitive und affektive Lernsteigerung durch den Besuch und die Einbettung im Unterricht erfahren sollten. In einer weiteren Studie um Klaes und Welzel (2006a) gaben Lehrer*innen an, dass sie an Besuchen in außerschulischen Lernorten interessiert seien und eine thematische Verbindung zum aktuellen Unterrichtsgeschehen ziehen können. Von den befragten Lehrern*innen gaben jeweils 54% an, dass sie eine direkte Verknüpfung des Besuches am außerschulischen Lernort mit der kommenden Stunde planen. Als Gründe für die mangelnde Integration des Besuches am außerschulischen Lernort nennt Guderian (2007) zum einen die „geringe Kompetenz der Lehrer für ein bestimmtes Fach“ (Guderian, 2007, S.38). Dieses meint die fehlende universitäre Ausbildung oder Fortbildung zur Vor- und Nachbereitung dieser Inhalte in den Unterricht und die mangelhafte Verknüpfung mit anderen naturwissenschaftlichen Themen in einem größeren Kontext. Zudem erwähnen Olson, Cox-Petersen und McComas (2001), dass die universitäre Ausbildung von Lehrer*innen oft zu sehr den Unterricht in der Schule fokussiert, sodass andere Lernmöglichkeiten wie außerschulische Lernorte für Lehrer*innen und folglich oft auch für die Schüler*innen zu wenig thematisiert werden. Dieses zeigt sich beispielsweise auch in der Einstellung gegenüber außerschulischen Lernorten und in mangelnden theoretisch-konzeptionellen sowie datengestützten Grundlagen von Lehrpersonen bezogen auf außerschulische Lernorte. Die Folge ist, dass die Potenziale dieser außerschulischen Lernorte für die Schüler*innen nicht ausreichend ausgeschöpft werden. Oft müssen sich Lehrkräfte den organisatorischen Gegebenheiten anpassen, sodass der Zeitpunkt beim Besuch des Lernortes oft nicht von der Lehrkraft selbst bestimmt wird, sondern von der Schule oder den freien Terminen beim Lernort und folglich inhaltlich nicht so passend im aktuellen Unterricht hineinpasst (Guderian, 2007). Zusätzlich werden Materialien oder Informationen von außerschulischen Lernorten in überwiegender Zahl nicht genutzt (Tal et al., 2005). Lösungsansätze liefern beispielweise Krüger und Schön (2006), indem sie neue Lehrerfortbildungen vorschlagen, die direkt die Vor- und Nachbereitung von außerschulischen Lernorten im Unterricht thematisieren. Andere Ideen sind direktere Absprachen zwischen den Personen der Lernorte und den Lehrkräften. Die außerschulischen Lernorte könnten zudem detailliertere Informationen oder Unterrichtsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung auf einer Homepage zur Verfügung stellen, die Lehrer*innen im Vorfeld des Besuches herunterladen und durchführen können. Zusätzlich sollte mit größerer Dringlichkeit auf die Vorteile und das Potenzial des Einsetzens der Materialien auf Seiten der Lehrkräfte hingewiesen werden (Guderian, 2007). In Anbetracht der schwierigen Umstände in Schulen sollte nach Guderian (2007) dennoch angestrebt werden, die von Orion im Jahr 1998 aufgestellten Hinweise zur Aufbereitung im Schulunterricht zu verwenden, um das Potenzial außerschulischer Lernorte besser zu nutzen (Guderian, 2007).

Das Novelty-Space Phänomen

Vortragsveranstaltungen an außerschulischen Lernorten wie Universitäten oder wissenschaftlichen Instituten mit Schüler*innen als Zielgruppe sind durch eine ungewohnte Lernumgebung gekennzeichnet. Schon dieser Umstand kann nach Falk (1978) zu einer kognitiven Überbelastung („*cognitive overload*“)

führen und üblicherweise mit Unbehagen, fehlender Orientierung sowie geringerer kognitiver Leistungsfähigkeit einhergehen (Guderian, 2007). Falk, Martin und Balling (1978) nennen diesen Umstand das „Novel Field-Trip Phenomenon“ und beschreiben in einem von ihnen entwickelten Modell, dass der Lernerfolg am geringsten ist, wenn „zu wenig“ oder „zu viel“ Neues auf die Schüler*innen zukommt. Umso wichtiger erscheint daher die Rolle der Lehrkräfte in einer vielseitigen Vorbereitung auf den Tag für die Schüler*innen, die die Lernvoraussetzungen der Schüler*innen sowie die Umstände des Lernortes mit einbezieht. Diese Faktoren können das off-task-Verhalten¹⁶ der Schüler*innen sehr stark einschränken. Diese nicht mehr benötigten, geistigen Ressourcen zum Erkunden der Umgebung können stattdessen stärker zur Fokussierung und Konzentration auf den Inhalt und den damit verbundenen Lernprozessen genutzt werden. Die sich daraus ergebende Frage ist, wie das *off-task-Verhalten* beim „Novelty Field-Trip Phenomenon“ möglichst geringgehalten werden kann. Ein Lösungsansatz nach Falk et al. (1978) sieht die unterrichtliche Vor- und Nachbereitung des Besuches als wichtigsten Baustein dafür an. Mit Hilfe der Eingliederung eines außerschulischen Lernortbesuches in den Unterricht kann nicht nur das „Novel-Field-Trip Phenomenon“, sondern auch die negativen Auswirkungen desselben so gering wie möglich gehalten werden, sodass frei werdende kognitive Kapazitäten zu weiterführenden Lernprozessen bei Schüler*innen führen und ebenfalls die kognitive Leistungsfähigkeit der Lernenden steigern (Orion & Hofstein, 1991; Guderian, 2007). Ein paar Jahre später bauen Orion und Hofstein (1991) mit ihren Untersuchungen auf das *Novel Field-Trip Phenomenon* auf und präsentieren das Novelty-Space-Modell (siehe Abbildung 8). In diesem Modell wurde neben der Vorbereitung auf geographische bzw. räumliche Faktoren nach Falk et al. (1978) auch die psychologischen und kognitiven Faktoren berücksichtigt (Orion & Hofstein, 1991, Guderian, 2007).

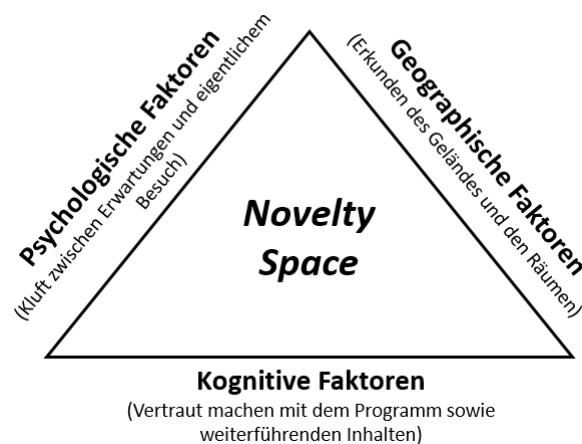


Abbildung 7. Das Novelty Space Modell nach Orion und Hofstein (1994) adaptiert an den Darwintag der CAU Kiel

Die besondere Berücksichtigung der drei Faktoren vor dem Besuch eines außerschulischen Lernortes kann demnach den „Novelty Space“, das meint die mögliche Lernbehinderung durch neue Inhalte, Methoden und neue Umgebungen, minimieren (Guderian & Priemer, 2008). In einem dreistufigen Modell legt Orion (1989a) schließlich dar, wie exemplarisch bei der Vorbereitung eines geographischen Field-Trips¹⁷ vorgegangen werden kann, um den „Novelty Space“ zu reduzieren und gleichzeitig die Besuche an außerschulischen Lernorten mit dem Curriculum abzustimmen. Vor dem außerschulischen Besuch schlägt Orion vor, die Schüler*innen in einer Vorbereitungseinheit an die geographischen Gegebenheiten durch Fotos, Filme und Erzählungen der Lehrkraft vorzubereiten. Die psychologische Komponente kann je nach Alters- und Klassenstufe anders aussehen und beinhaltet Informationen über die

¹⁶ Mit dem *off-task-Verhalten* ist das Erkunden der unbekannteren Umgebung, der neuen Personen und angewendeten Lernmethoden gemeint.

¹⁷ Erläutern was ein geographischer Field-Trip ist

Lernstrategien, den Aufbau des Tages oder wie der Inhalt an die Schüler*innen vermittelt wird (Guderian, 2007). Orion und Hofstein (1991) stellten in einer Untersuchung fest, dass ältere Schüler*innen aus der 11. Klasse den Besuch eines außerschulischen Lernortes wie eine Lehrveranstaltung einschätzten. Jüngere Schüler*innen aus der neunten oder zehnten Klasse sahen darin eher ein Event mit sozialem Schwerpunkt. Diesen unterschiedlichen Erwartungen kann begegnet werden, indem weitere Informationen zum Zweck der Veranstaltung gegeben werden.

Für die kognitive Vorbereitung rät Orion, einen auf das Curriculum und den Themen des außerschulischen Lernortes angepassten Unterricht durchzuführen. Der Besuch des außerschulischen Lernortes bildet die zweite Stufe, während die dritte und letzte Stufe die Auf- und Nachbereitung von Themen des außerschulischen Lernortbesuches im Unterricht beinhaltet. Der Besuch des außerschulischen Lernortes ist damit gleichzeitig eine Vorbereitung auf die darauf aufbauenden Unterrichtsstunden in der Schule. Die Inhalte aus dem Besuch werden in der darauffolgenden Unterrichtsstunde oder -stunden reflektiert, in größere Zusammenhänge gestellt oder noch erweitert. Orion und Hofstein (1991) geben zudem sechs Hinweise, die eine Lehrkraft beim Integrieren eines außerschulischen Lernorttages im Unterricht beachten sollte (Guderian, 2007, S. 21):

1. *Selektion (Auswahl) des Lernortes mit gleichzeitiger Auswahl des zu behandelnden Themengebiets.*
2. *Aufklären über die Möglichkeiten des Lernortes, gegebenenfalls vorheriger Besuch des Lernortes durch die Lehrkraft.*
3. *Anpassung des Besuchs an das Curriculum.*
4. *Organisatorische Vorbereitung des Besuchs.*
5. *Vorbereitung von Lehrmaterialien, insbesondere solcher, die den „Novelty Space“ der Schüler*innen reduzieren.*
6. *Einbinden des Besuches in die Unterrichtsstruktur mit gleichzeitiger Festlegung der Inhalte, die vor und nach dem Besuch behandelt werden sollen.*

1.6.2.2 Didaktische Unterstützung von Wissenschaftler*innen - Kommunikationstrainings

Nach Studien der AAAS (Rainie et al., 2015) und Untersuchungen aus Großbritannien (Hamlyn et al., 2015) gehen auch vier von fünf befragten Wissenschaftler*innen diesem Anliegen in irgendeiner Form persönlich oder bei der Arbeit *public engagement* nach. Vermehrt zeigt sich, dass Wissenschaftler*innen bei Aktivitäten der Wissenschaftskommunikation vielmehr über simple Aktivitäten nachdenken und limitierende Erwägungen und Fähigkeiten diesbezüglich anstellen (Dudo & Besley, 2016). Hierbei zeigt sich eine komplexe Situation: Forschende sind zunehmend motiviert oder werden dazu angehalten Aktivitäten der Wissenschaftskommunikation nachzugehen, aber das Potenzial solcher hinsichtlich ihrer Wirksamkeit wird etwa aufgrund fehlender Weiterbildung oder Berücksichtigung in der Ausbildung selten ausgeschöpft. Erfahrungen im Bereich der Wissenschaftskommunikation beruhen daher häufig noch auf *“learning by doing“* oder *“trial and error“*, wie es auch eine der bekanntesten Wissenschaftskommunikatorinnen in Deutschland Mai Thi Nguyen-Kim beschreibt (NaWiK, 2021). Aus diesen Erkenntnissen folgt ein bedeutendes Hilfef Potenzial bei der verbesserten Kommunikation ihrer Wissenschaft. Dies meint nicht, dass Forschende dies von vornerein schlecht ausführen (z.B. Radford, 2011), sondern dass diese Hilfe über die Verbreitung von *“best-practice“* Beispielen hinausgeht und vielmehr zur effektiven Kommunikation auf Grundlage fundierter und evidenzbasierter Kommunikationspraktiken im Umgang mit Teilen der Öffentlichkeit wie Schüler*innen hinführt. Forschende wie Varner (2014) oder der BMBF (2019) raten daher zur stärkeren Integration von Schnittstellenorganisationen oder Sozialwissenschaftler*innen, die den Prozess von *Science Outreach* systematisch begleiten.

Eine Möglichkeit Wissenschaftler*innen bei der Interaktion mit Teilen der Öffentlichkeit zu unterstützen und die Qualität der Begegnung auch für die Zielgruppe somit zu erhöhen sind Wissenschaftskommunikationstrainings (Dudo et al. 2021). Unterstützungsangebote für Wissenschaftler*innen können somit positive Auswirkungen auf ihre Forschung durch z.B. Perspektivwechsel auf die Bedürfnisse der Zielgruppe haben (Davies 2008, Dudo et al. 2021). Somit kann dies einen großen Einfluss auf die Kommunikationsfähigkeit und die Wirkung ihrer Aktivitäten haben (Besley & Tanner, 2011), indem die Zielgruppe besser verstanden wird, durch Zielgruppenprofile und nicht als Wahrnehmung einer „homogene Masse“ (Dudo et al., 2021). Kommunikationstrainings können zudem für strukturelle Ungleichheiten und ein rassistisches Vorgehen in der Wissenschaft sensibilisieren (Saini, 2019), indem das Bewusstsein dafür geschaffen wird und weitergehend auch konkrete Handlungsoptionen eines stark weiß und männlich geprägten MINT-Arbeitsumfeld besprochen werden (National Science Board, 2020). Dazu zählt etwa viele Gelegenheiten *Science Outreach* auszuüben und diese durch Metakognition (z.B. Selbsteinschätzung, Nachdenken über notwendige Verbesserungen) zu reflektieren, um Kommunikationsfähigkeiten effizient aufzubauen und stetig weiterentwickeln zu können (National Research Council Council, 2020) In der Studie von Dudo et al. (2021) kam heraus, dass Trainer*innen von Kommunikationstrainings vor allem helfen wollen, bessere Geschichtenerzähler zu werden, klarer zu kommunizieren, die Zusammenarbeit mit Journalist*innen oder politischen Entscheidungsträgern zu erleichtern, auf nonverbale Kommunikation zu achten und die Sicherheit vor der Kamera zu verbessern sowie den Vortrag und ihre Folien von Wissenschaftler*innen zu überarbeiten etwa durch die Methode des „Elevator Pitch“.

Kommunikationstrainings als eigener Forschungsgegenstand

Bisher gibt es nur eine begrenzte Auswahl an Forschungsarbeiten, die sich auf Forschungsebene mit Kommunikationstrainings auseinandersetzen. Jedoch zeigt sich bislang, dass diese die Interaktion zwischen Forschenden und Teilen der Öffentlichkeit beidseitig verbessern können (Webb et al. 2012). Forschungsarbeiten von Dudo et al. (2021) zeigen zudem ein erhebliches Verbesserungspotenzial bei den Angeboten von Kommunikationstrainings in Nordamerika auf, z.B. auf Ebene der Trainer, die weiterhin Wissensvermittlung (im Sinne des *Deficit Models*) als Hauptkomponente im *Science Outreach* ansehen und nicht Wissenschaftler*innen zu unterstützen, vor allem affektive Ziele zu erreichen oder die Qualität des Dialogs zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zu verbessern (Yuan et al., 2017). Eine Studie von Dawson (2018) deutet an, dass die Ausgestaltung der Wissenschaftskommunikation etwa bei der Konstruktion der Öffentlichkeit ebenfalls noch Ungleichheiten beinhaltet, wenn beispielsweise die Werte und Vorstellungen einer dominante Gruppe (z.B. gut gebildete, sozial starke Schüler) stärker berücksichtigt werden als die Vorstellungen anderer Gruppen (z.B. Migrant*innen, Schülerinnen aus sozial schwachen Regionen). Auf diese Weise könnten diese Ungleichheiten gar noch verstärkt werden (Dudo et al. 2021). Vor diesem Hintergrund wurden auch Methoden zur Bewertung von Kommunikationstrainings entwickelt (u.a. Bogue et al., 2013; Rodgers et al., 2020). Jedoch ist bislang wenig bekannt, mit welchen Methoden Kommunikationstrainings Evaluationen durchführen und welche konkreten Effekte diese Trainings aus Forschungssicht aufweisen. Ein Grund dafür ist das meist unzureichende Budget, um systematische und evidenzbasierte Evaluationen durchzuführen (Baram-Tsabari & Lewenstein, 2017a; Barel-Ben David & Baram-Tsabari, 2020). Als Nachweis der Wirksamkeit von Kommunikationstrainings wurden dahingehend häufig informelle, positive Feedbacks (im Sinne von Anekdoten) der Coaches eingefügt. Forderungen betreffen somit eine verbesserte Evaluation, die beispielsweise Feedback von Forschenden und der Zielgruppe berücksichtigt oder Wissenschaftler*innen in die Lage versetzt ihre Module selbst zu evaluieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es großen Forschungsbedarf auf Seiten der fachdidaktischen Forschung gibt, Gründe und Wege für das stärkere Integrieren von Unterrichtsmaterial auf Seiten der Lehrkräfte zu *Science Outreach* Programmen herauszuarbeiten und auf Seiten der wissenschaftlichen Kommunikator*innen Evaluationen und Reflektionsgespräche über Unterstützungsmaßnahmen wie Kommunikationstrainings durchzuführen.

Als ein konkretes *Science Outreach* Programm wird nachfolgend der Darwintag an der CAU Kiel vorgestellt, bei dem Vertreter*innen der Wissenschaft auf die Zielgruppe von Oberstufenschüler*innen treffen. Zur stärkeren Fokussierung auf die fachdidaktische Vermittlungsrolle in der Verbesserung von *Science Outreach* Programmen wird nachfolgend die inhaltliche Einordnung des Darwintages entlang dem *Modell der didaktischen Rekonstruktion* präsentiert.

2 Der Kieler Darwintag als etabliertes *Science Outreach* Programm

Der Darwintag, der 1995 zum ersten Mal international stattfand, ist ein etabliertes Wissenschaftskommunikationsformat, an dem Hunderte von Universitäten auf der ganzen Welt teilnehmen. Mit der Idee, den britischen Naturforscher Charles Darwin und seinen Beitrag zur Wissenschaft zu würdigen, zielt die Veranstaltung darauf ab, das Verständnis der Evolutionsbiologie für ein breites Publikum zu fördern, das Interesse für das Thema zu steigern und junge Forschende auf vielfältigere Weise in der Evolutionsforschung auszubilden (Howells et al., 2017). Im Jahr 2009 wurde der Darwintag an der Universität Kiel als informelle Vortragsveranstaltung eingeführt, die eine Plattform für die Wissenschaftskommunikation zwischen Evolutionswissenschaft und Oberstufenschüler*innen mit ihren Lehrkräften (vornehmlich aus Schleswig-Holstein) bietet. Mit Vorträgen über die aktuelle Evolutionsforschung erreicht der Darwintag jedes Jahr inzwischen mehr als 1.200 Schüler*innen sowie deren Lehrkräfte in den Räumlichkeiten der Kieler Universität sowie mehr als 600 online-Zuschaltungen mit schätzungsweise tausenden Zuschauenden per *YouTube* beim digitalen Event im Jahr 2020 und 2021 aufgrund der pandemischen Lage.

Tabelle 3. Übersicht zum Darwintag an der CAU Kiel

Übersicht zum Darwintag an der Kieler Universität	
 <p>Portrait von Charles Darwin als Titelbild des Darwintag Flyers 2020 und 2021</p>	<p>Format: Jährlich stattfindende Vortragsveranstaltung mit Themenschwerpunkten in der Evolutionsbiologie.</p> <p>Zielgruppe: Oberstufenschüler*innen von Gymnasien, Gemeinschaftsschulen und Berufsschulen (10.–13. Klasse).</p> <p>Teilnehmerzahl in Präsenzformat: Ca. 1200 Schüler*innen aus Schulen vornehmlich in Schleswig-Holstein.</p> <p>Teilnehmerzahl im digitalen Format: Von 100 bis zu 600 Zuschaltungen aus ganz Deutschland, vornehmlich aus Schulen in Schleswig-Holstein.</p> <p>Vortragende: Vier/ Fünf Wissenschaftler*innen der Evolutionsbiologie</p> <p>Gründung: 2009 – dem 200. Geburtstag von Charles Darwin.</p> <p>Veranstalter: Kiel Evolution Center (KEC) der Kieler Universität, das Zoologische Museum Kiel sowie das IPN Kiel.</p>

Ziele des Darwintages

Veranstaltungen wie der Darwintag an der Universität Kiel sind Teil des MINT-Programms der Universität und bieten Lernenden eine Möglichkeit, die Universität im Rahmen einer eintägigen außerschulischen Lernerfahrung zu besuchen. Der Darwintag an der Kieler Universität hat sich zum Ziel gemacht, Einblicke in die Kieler Lebenswissenschaften zu gewähren, einen Austausch mit anderen Schulen und vor allem Forschenden anzustreben und dabei authentische Begegnungen zwischen Wissenschaftler*innen und Schüler*innen zu ermöglichen, die die Attraktivität der Naturwissenschaften erheblich steigern können (Claussen et al., 2020). Zusätzlich möchte der Darwintag biologische Forschung mit Schulpraxis verbinden und so zusätzlich zum Unterricht einen aktuellen Bezug zur naturwissenschaftlichen Grundbildung der Schüler*innen leisten (Scharfenberg, Bogner, 2015). Hierbei können innovative Charakteristika einer modernen Wissenschaft wie Kreativität, Interdisziplinarität und Kooperation im wissenschaftlichen Arbeiten vermittelt werden (Stocklmayer et al. 2010). Am Darwintag kann die Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens, die damit einhergehende Unsicherheit oder die Neugier als Teil der Forschung nachvollzogen werden. Die Vermittlung dieser Aspekte an das junge Zielpublikum erscheint essenziell für eine moderne Wissensgesellschaft mit einer Vielfalt an scheinbar vorläufigen und widersprüchlichen Informationen aus der Wissenschaft und der Orientierung hin zu einer fundierten Entscheidungsfindung (Claussen et al., 2020; Bromme & Kienhues, 2014).

Ablauf des Darwintags

Der Darwintag beginnt um 9:00 Uhr und endet um 13:00 Uhr im Audimax der CAU Kiel. In dieser Zeit präsentieren vier oder fünf Wissenschaftler*innen ihre Forschung im Feld der Evolutionsbiologie. Den Forschenden stehen ca. 25 Minuten zur Verfügung, um dem Publikum Einblicke in ihre Forschung zu gewähren. Zwischen den Vorträgen sind kleinere und größere Pausen eingeplant. Aufgrund der pandemischen Lage im Jahr 2020 und 2021 musste der Darwintag komplett digital stattfinden. Unter einem strengen Hygienekonzept trugen fünf Wissenschaftler*innen ihre Forschung online per *YouTube*-Stream im Audimax vor. Nach dem Vortrag wurde ein fünfminütiges Zeitfenster für Fragen von Jugendlichen eingeplant. Die Fragen konnten die eingeschalteten Schüler*innen mit Hilfe des Kommunikationstools *Slido* einschicken, die dann während der Vorträge gesammelt, sortiert und ggf. weitergeleitet wurden. Für das Jahr 2021 wurde eine hybride Veranstaltung mit einer Präsenzveranstaltung im Audimax sowie einem gleichzeitigen *YouTube*-Stream geplant. Im Jahr 2022 wurde ein Fachvortrag durch eine Diskussionsrunde mit allen präsentierten Vortragenden ersetzt. In dieser Diskussionsrunde wurden vornehmlich Fragen von den Schüler*innen beantwortet, um mehr authentische Einblicke in den Arbeitsalltag des Forschenden zu ermöglichen.

Anhand des Darwin-Tages wird exemplarisch deutlich, wie die Wissenschaftskommunikation von aktueller Kieler Forschung mit Schule verbunden werden kann. Angefangen mit den Darwintag 2018 und weiterführend im Jahr 2019, 2020, 2021 und 2022 stand das Thema der Mikroorganismen-Wirt-Forschung als Überthema in unterschiedlichen Facetten des Darwintages an der CAU Kiel stark im Fokus.

Die inhaltliche Ausrichtung des Darwintages entlang dem Modell der didaktischen Rekonstruktion

Der Darwintag und seine inhaltliche Ausrichtung wird nachfolgend anhand des *Modells der didaktischen Rekonstruktion* (siehe Kapitel 1.3.2) dargestellt. Hierfür wird bei der *fachlichen Klärung* ein Überblick über die historische Entwicklung zur Beforschung von Mikroorganismen bis hin zum aktuellen

Stand der Metaorganismus-Forschung und deren Gliederung im Sonderforschungsbereich 1182 gegeben (Kapitel 2.1.1). Die *Erfassung der Lernerpotenziale* erfolgt über die aktuelle Schülervorstellungsvorstellung zum Fachinhalt der Mikroorganismen und Metaorganismus-Forschung sowie den Vorstellungen über *Nature of Science*-Aspekte (Kapitel 2.1.2). Diese beiden Aspekte werden vereint in den zuerst theoretischen Darstellungen über die Designforschung im Bildungsbereich (2.1.3.) sowie dem eigenen Forschungsansatz in Überleitung zum Kapitel des Desiderats und den forschungsleitenden Fragen. Zur Veranschaulichung der Struktur wurde nachfolgend eine Abbildung erstellt (Abbildung 8).

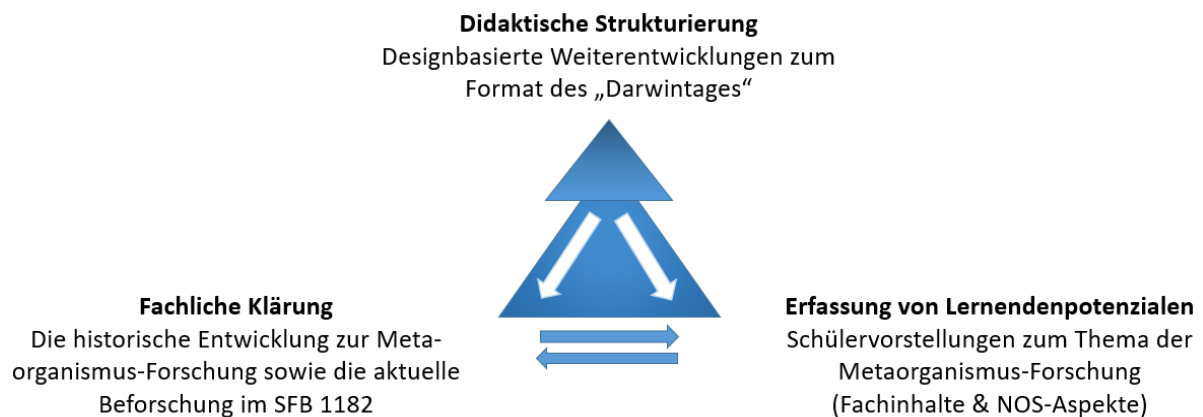


Abbildung 8. Die inhaltliche Ausrichtung des Darwintages anhand dem Modell der didaktischen Rekonstruktion (eigene Darstellung adaptiert nach Kattmann et al, 1997)

2.1 Fachliche Klärung - Zur historischen Entwicklung in der Beforschung von Mikroorganismen hin zum aktuellen Stand der Metaorganismus-Forschung

In den letzten 15 Jahren revolutionieren immer wieder neue biologische Erkenntnisse das naturwissenschaftliche Verständnis über sich selbst als Individuum als auch das Zusammenleben mit Organismen. Ein Grund dafür sind die weitreichenden Erkenntnisse über Mikroorganismen. Im folgenden Kapitel wird dahingehend ein kurzer Überblick zum fundamentalen Umdenken in der naturwissenschaftlichen Forschung hin zum heutigen Erkenntnisstand in der Metaorganismus-Forschung gegeben.

Revolutionäre Erkenntnisse im Zusammenleben mit Mikroorganismen

Echte Revolutionen in der Wissenschaft beschrieb Werner Heisenberg (1958) als mehr als „nur“ spektakuläre Entdeckungen und schnelle Fortschritte im Verständnis eines Themas. Sie verändern auch die fundamentalen Konzepte des Fachgebietes, auf denen alles aufbaut. Solche fundamentalen Veränderungen in den Naturwissenschaften gab es nach Heisenberg (1958) in den ersten 30 Jahren des 20. Jahrhunderts, was auch die „goldenen Jahren der Physik“ genannt wird. Das Resultat war eine radikale und irreversible Veränderung der Sicht auf die Welt. Auch in der Biologie gab es nach McFall et al. (2022)¹⁸ solche wie eben beschriebenen fundamentalen Revolutionen, in denen die Sicht auf die Welt radikal verändert wurde: Zu aller erst ist die Mitte des 19. Jahrhunderts zu nennen, als Charles Darwin seine Erkenntnisse zur Evolutionstheorie (1859) der Welt offenbarte und kurze Zeit später Gre-

¹⁸ Die Quellenangabe beruht auf einen Vortrag von einer renomierten Metaorganismus-Forschenden namens Prof. Dr. McFall-Ngai im Jahr 2022, die sie ihm Rahmen einer Konferenz in Kiel gehalten hat. Der Vortrag ist online unter folgenden Link zu sehen (https://www.YouTube.com/watch?v=79IW6gz_4rU, letzter Zugang 26.06.2023)

gor Mendel dies mit seinen Versuchen zur `Modern Synthesis` (1866) publik machte. Die nächste Revolution erfolgte Mitte des 20. Jahrhunderts, indem durch Watson und Crick (1953) sowie Rosalind Franklin (1950-1953) die Entdeckung der DNA als Hauptbaustein der organismischen Gene für eine wissenschaftliche Sensation sorgte. Die beiden Beispiele eint dabei die erfolgsversprechende Kombination einer neuen Theorie mit den dazugehörigen Mechanismen (McFall et al. (2022)).

Jedoch sind es nach McFall-Ngai (2022) nicht nur themenbezogene Revolutionen, die das Forschen in den Naturwissenschaften nachhaltig veränderten, sondern auch technologische Durchbrüche. Nimmt man wieder die Physik als Ausgangspunkt, so waren es die Erkenntnisse Galileos im Fachgebiet der Astronomie, die eine veränderte Sichtweise von einer geozentrischen (nach Copernikus 600 v. Chr. bis ca. 1600 n. Chr.) zur heliozentrischen Perspektive (1600 bis heute) auf das Universum angestoßen hatten. Diese neue Sichtweise auf das Universum veränderte nachhaltig den Blick der Menschen auf das Universum und die eigene Position im Universum. Dieser Prozess eines Perspektivwechsels auf das Universum umfasste ca. 60 Jahre. In Analogie dazu ordneten Biolog*innen über 2000 Jahre die Biosphäre nach optischen Kriterien an:

Aristoteles (384-322) behauptete nach eingehenden Beobachtungen mit seinen Augen, es gibt Pflanzen und Tiere (siehe Abbildung 9).

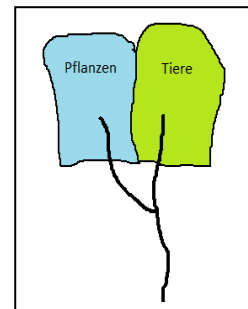


Abbildung 9. Unterteilung der Organismen nach Aristoteles

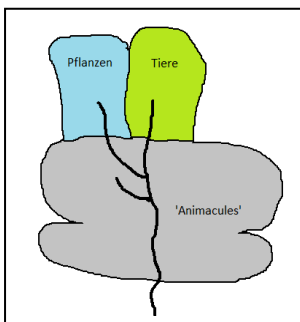


Abbildung 10. Unterteilung der Organismen nach Leeuwenhoek

Antoine van Leeuwenhoek (1632-1723) behauptete nach den ersten Anfängen der Mikroskopie, es gäbe neben Tieren (grün) und Pflanzen (blau) noch `Animalcules` (grau), heute bekannt als Mikroorganismen (siehe Abbildung 10).

Robert Whittaker (1920-1980) beobachtete mit dem Anfängen von einem Elektronenmikroskop eine neue Anordnung der Organismen und stellte das `Five Kingdom Model` vor. In diesem gibt neben den Tieren und Pflanzen auch Bakterien (die `Animalcules`, hier rosa), Pilze (gelb) und Protisten (grau). Diese Einordnung fand von 1968 bis

2008 hinaus breite Zustimmung in der Wissenschaft (Abbildung 11).

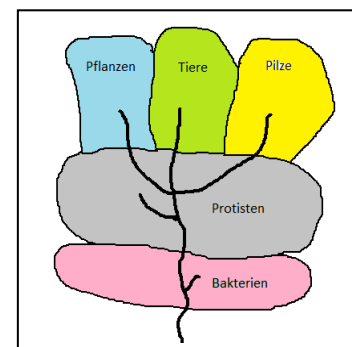


Abbildung 11. Five Kingdom Model nach Whittaker

Um jedoch ein akkurates Bild von der Welt zu bekommen, bräuchten Biolog*innen nach Meinung von Woese (späte 1970er Jahre) eine komplett andere Methode, die nicht nach optischen Kriterien entscheidet, sondern die Verwandtschaft von Organismen in den Blick nimmt – es ging dabei konkret um die Hinzuziehung der genetischen Ebene. Seine Methode war die Untersuchung genetischer Sequenzen. Je mehr Gemeinsamkeiten verschiedene Sequenzen aufweisen, desto näher ist die Verwandtschaft dieser Organismen. Das Problem zu dieser Zeit war jedoch, dass die Durchführung von Sequenzierungen noch sehr langsam und teuer war. Ein technologischer Durchbruch in der Biologie innerhalb von nur 30 Jahren gelang demnach, als das `Next generation sequencing` in den 2000er Jahren schnell und kostengünstig wurde. Dies eröffnete der Erforschung von Wirten und Mikroorganismen in den vergangenen 15 Jahren eine bis dahin kaum bekannte Welt und eine explodierende Menge an neuen Erkenntnissen. Zum Vergleich: Vor 30 Jahren kostete die Sequenzierung von einer Million Basen noch 5000 Euro; heute sind es noch 0,01 Euro (National Human Genome Research Institute, 2020). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl in der Astronomie als auch der Biologie ein Paradigmenwechsel erfolgte, der

die Sichtweise vom Universum und die Position ihrer Organismen darin (wie dem Menschen) fundamental veränderten.

Um zum heutigen Wissensstand in der Erforschung von Mikroorganismen und ihren Wirten zu gelangen, waren ihrer Meinung nach die folgenden wissenschaftlichen Durchbrüche von überaus wichtiger Bedeutung: Zum einen ist der Paradigmenwechsel bei der Einordnung der Organismen vom "Five Kingdom Model" hin zum "Tree of Life" zu nennen (siehe Abbildung 12). Zum anderen gibt es demnach Anzeichen, dass die vier Bausteine von Pflanzen, Tieren, Pilzen und Protisten nur einen Zweig im "Tree of Life" einnehmen. Statt den "Five Kingdoms" gibt es nach dem neuen Modell zwei Domänen die `Bakterien` und die "Archeen" mit nur einem kleinen Zweig der Eukaryoten.

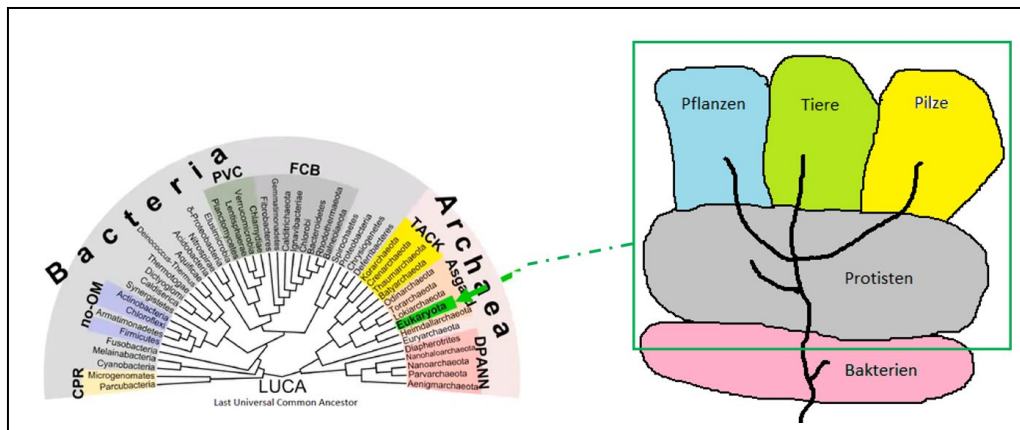


Abbildung 12. Aktueller Wissensstand zu den Domänen des Lebens mit dem 'Tree of Life' im Gegensatz zum 'Five Kingdom Model' (eigene Darstellung adaptiert nach McFall-Ngai, 2022)

Zum anderen ist es nach aktuellem Wissensstand die überwältigende Zahl und Vielfalt von Mikroorganismen, die die Form und Funktion der Biosphäre maßgeblich bestimmen und für die Gesundheit aller Bereiche der Biosphäre von entscheidender Bedeutung sind. Zur Verdeutlichung dieser These dient die Schätzung von Biologen*innen, die die Anzahl der Mikroorganismen auf der Erde auf 10^{28} schätzen, von denen ca. 10^{12} pro Quadratmeter im Meerwasser oder 10^6 Quadratmeter in der Atmosphäre zu finden sind (McFall-Ngai, 2022; Bosch, 2017).

Die wachsende Bedeutung von Mikroorganismen in der biologischen Forschung in den letzten 15 Jahren zeigte sich auch bei den Veröffentlichungen wissenschaftlicher Artikel. Gibt man beim wissenschaftlichen Suchdienst *pubmed* das Wort *microbes* zusammen mit Begriffen wie *brain*, *soil*, *plant* oder *cancer* ein, so sind diese Zusammenhänge nach McFall-Ngai (2022) seit 2008 drastisch gestiegen, so dass diese Verbindung mittlerweile über 50 oder 60 Prozent aller Publikationen in diesem Bereich umfasst. Diese Stichwortsuche macht ihrer Meinung nach zudem deutlich, dass Mikroorganismen nicht nur einzeln betrachtet werden sollten, sondern vielmehr als Teil eines Ökosystems sind. Dieses Zusammendenken nennt sie „mikrobielle Integration“ und macht deutlich, dass Ökosysteme verschachtelt sind. Betrachtet man den Menschen als ein verschachteltes Ökosystem, so zeigen sich nach aktuellen Erkenntnisse, dass die mikrobiellen Zellen im Menschen mehr als 50% ausmachen und Mikroorganismen und Wirte wie der Mensch schon sehr früh in der Geschichte eine Verbindung eingegangen sein müssen. Nach heutigem Wissensstand sind beim Menschen nur 1% seiner Gene menschlich und der überwiegende Teil mikrobieller Herkunft (McFall-Ngai, 2022; Bosch, 2017).

Forschende fragen sich deshalb, wie diese fundamental neuen Erkenntnisse in die bestehenden Konzepte biologischer Forschung integriert werden können. Die Integration neuester biologischer Erkenntnisse steht vor großen Herausforderungen, denn nach den Erkenntnissen von Watson und Crick sowie

Franklin gab es vermehrt Spezialisierungen in der biologischen Forschung, was sich auch institutionell durch spezielle Forschungsabteilungen, Fördermöglichkeiten und universitäre Strukturen abbildet (McFall-Ngai, 2022). Somit wurde viel Wissen in speziellen Bereichen der Biologie angesammelt, zwischen denen es wenig Austausch oder eine Zusammenarbeit gab. So forschen Mikrobiolog*innen zu Pathogenen (z.B. prägende Forschende wie Robert Koch) und zu Umwelteinflüssen (z.B. prägende Forschende wie Sergei Winogradsky), zwischen denen Erkenntnisse nicht ausgetauscht wurden. Die Forschungsgemeinschaft stellt sich daher immer mehr die Frage, ob und warum dieses Vorgehen gerade für die heutige Zeit problematisch sein kann. Mit Blick auf die klimatischen Veränderungen und den damit einhergehenden globalen Herausforderungen braucht es nach McFall et al. (2022) ein genaues Konzept über die Strukturen und Funktionen der Erde, um darauf aufbauend holistische, effektive und kreative Lösungsansätze zu schaffen, die den Klimawandel noch stoppen können. Eine gute Grundlage bietet dahingehend die Biologie diese grundlegenden Prozesse zu verstehen. Ziel dieses Paradigmenwechsels ist es nach McFall et al. (2022) dieses stärker in strukturelle Rahmenbedingungen zu integrieren, indem Mikro- und Makrobiologie vermehrt zusammenarbeiten. Diese holistische Arbeitsweise erlaubt zu erfahren, was elementar für die Lebensprozesse auf der Erde ist. Zudem plädiert McFall et al. (2022) für eine stärker interdisziplinär ausgerichtete Zusammenarbeit (durch Soziologen, Biologen, Mathematiker usw.), denn komplexe, globale Probleme sind auch biologischen Ursprungs und für dessen Lösungsansätze braucht es ein vielfältiges Team zwischen Gesellschaftswissenschaften und Naturwissenschaften. Der Schlüssel zu nachhaltigen und resilienten Lösungsansätzen für gesellschaftliche Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist nach McFall et al. (2022) das Verstehen grundlegender Prozesse und Regeln in einem verschachtelten Ökosystem.

Hinsichtlich dieser Entwicklungen in der modernen biologischen Forschung hat sich ebenfalls ein Forschungsverbund zur „Mikroorganismen-Wirt-Interaktion“ mit Schwerpunkt an der CAU Kiel herausgebildet. Dieser Forschungsverbund sowie dessen Zusammenhang mit dem Darwintag wird nachfolgend beschrieben.

Die aktuelle Beforschung von Mikroorganismen anhand des Metaorganismus-Konzeptes im Sonderforschungsbereich 1182

Im Folgenden soll nun weitergehend auf die Forschung der „Mikroorganismen-Wirt-Interaktion“ und dem zu Grunde liegenden Sonderforschungsbereich 1182 eingegangen werden, da dies der zentrale inhaltliche Rahmen dieses Promotionsprojektes ist. Die Promotion ist im Sonderforschungsbereich 1182 als Unterprojekt zur Förderung der Wissenschaftskommunikation angesiedelt.

Die Bedeutung des Metaorganismus-Konzeptes

Die aktuelle Erforschung von Mikroorganismen-Wirt-Interaktion kann ebenfalls als Metaorganismus-Forschung bezeichnet werden. Ein Metaorganismus ist somit eine funktionelle Einheit aus einem ein- oder vielzelligen Wirt und einer Gemeinschaft von assoziierten Mikroorganismen, die im ständigen Kontakt mit der Umwelt stehen (siehe Abbildung 13).

Moderne Forschungsansätze bei der Identifizierung von Mikroorganismen mit einem assoziierten Wirt zeigen, dass jeder vielzellige Organismus aus einer Ansammlung von eukaryotischen und mikrobiellen Zellen (Symbionten) besteht, jede Körperoberfläche mit Bakterien besiedelt ist,

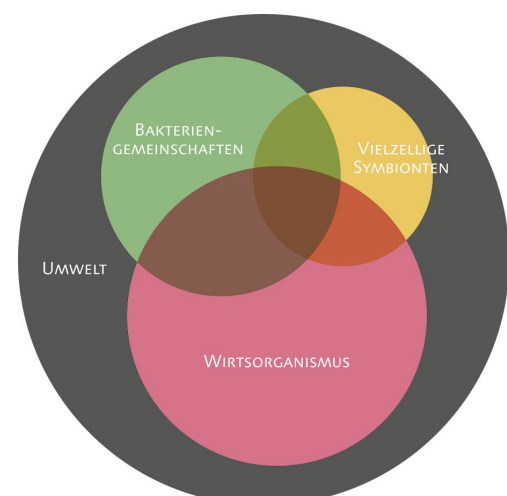


Abbildung 13. Das Konzept eines Metaorganismus

und sich Wirt und Mikroorganismen wahrscheinlich im Laufe der Evolution aneinander angepasst haben (Bosch, 2017). Diese neuen Erkenntnisse veranlassen zu einem Perspektivwechsel, durch den Mikroorganismen wie Bakterien¹⁹ nicht mehr nur als „Feinde“ des Menschen gesehen werden, sondern vielmehr ihr Potenzial als hilfreiche und notwendige Partner verstanden wird (Bosch, 2017). Dieses eröffnet ein neues und ganzheitliches Verständnis für organismische Wechselwirkungen und als eine direkte Reaktion dieses Perspektivwechsels kann der ganzheitliche und innovative Untersuchungsansatz der Metaorganismus-Forschung gesehen werden. Grundlegend für das Metaorganismus-Konzept ist das Verständnis einer symbiontischen Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen, die auf eine lange gemeinsame Evolutionsgeschichte zurückblicken:

„Diese evolutionäre Erfolgsgeschichte einer partnerschaftlichen Entwicklung von Symbiont und Wirt hat sich von einfachen vielzelligen Organismen bis hin zum Menschen durchgesetzt und gezeigt, dass Pflanzen, Tiere und ebenfalls der Mensch nur durch eine Vielfalt an verschiedenen Lebewesen funktioniert“ (Bosch, 2017, S.38).

Auswirkungen einer gestörten Balance im Metaorganismus

Kommt es jedoch zu Störungen dieser sensiblen Lebensgemeinschaft aus Organismus und Mikroorganismen, indem beispielsweise die Vielfalt an Bakterien abnimmt oder es zu Kommunikationsschwierigkeiten zwischen Wirt und Symbionten kommt, kann dies nach Bosch (2017) dramatische Auswirkungen auf den Wirtsorganismus haben. Zu diesen Auswirkungen zählen wahrscheinlich u. a. die in den letzten Jahrzehnten drastisch zugenommenen chronischen Erkrankungen wie bestimmte Allergien (beispielsweise Asthma), Unverträglichkeiten (Intoleranzen gegenüber Lactose, Gluten, Fructose usw.), Adipositas (Fettleibigkeit) oder *Colitis ulcerosa* (chronische Darmerkrankungen) in Europa. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sieht daher die systematische Bekämpfung dieser nicht auf Dauer heilbaren Erkrankungen als eine der größten Herausforderung für die Gesellschaft und das öffentliche europäische Gesundheitswesen im 21. Jahrhundert an (Busse et al., 2010). In verschiedenen Forschungsansätzen werden daher als mögliche Ursachen für den europaweiten und sogar weltweiten Anstieg chronischer Krankheiten, die sich verändernde Produktionsweise von Lebensmitteln, die weniger vielfältige Ernährungsweise, bessere Hygienestandards, der gesteigerte Einsatz von Antibiotika in Medizin und Tierhaltung, sowie weitergehend die zunehmende urbane Lebensweise mit weniger direktem Kontakt zu Tieren und Pflanzen aufgeführt. Diese Faktoren können nach Bosch (2017) extreme Auswirkungen auf die Interaktion mit Mikroorganismen bei Tieren und Pflanzen haben und damit die Balance zwischen Organismus und Bakterien gefährden.

Momentane Lösungsansätze aktueller Probleme in Gesundheit, Ernährung und Umwelt anhand der Metaorganismus-Forschung

Um neue Konzepte bei der Aufklärung von Krankheitsursachen und neue Ansätze in der Therapie hervorbringen, braucht es in der Fachforschung laut Bosch (2017) neben innovativen Ideen auch vergleichende Untersuchungen an einfachen Organismen (Modellorganismen). Diese Untersuchungen werden am Forschungsstandort Kiel sowohl an Modellorganismen wie beispielsweise Fadenwurm (*Caenorhabditis elegans*), Taufliege (*Drosophila melanogaster*), Maus (*Mus musculus*) oder Süßwasserpolyt (*Hydra spec*) als auch am Menschen selbst durchgeführt. Mit Hilfe der genannten Modellorganismen konnte in ersten Untersuchungen festgestellt werden, dass Mikroorganismen wesentlich zur Abwehr von Krankheitskeimen und somit zur Fitness des Wirtes beitragen können (Dirksen et al., 2016). Weitergehend wurde festgestellt, dass bakterielle Signale die Tumorentstehung beeinflussen können und somit eventuell für verbesserte Therapieansätze wichtig sind (Von Frieling et al., 2020). Diese Er-

¹⁹ In dieser Forschungsarbeit

kenntnisse können laut Bosch (2017) andeuten, dass zuerst grundlegende Prinzipien eines Metaorganismus verstanden werden müssen, um neue Therapieansätze entwickeln zu können, die eine Balance von Wirt und seinen assoziierten Mikroorganismen wiederherstellen könnte (Bosch, 2017, 2022). Die sich daraus entwickelnde, neue Forschungstradition innerhalb der Biologie sieht den Metaorganismus als die grundlegende biologische Lebenseinheit an und erfordert interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Bereiche (u. a. Mikrobiologie, Ökologie, Evolutionsbiologie, Medizin und Computerwissenschaften). Diese neuen Erkenntnisse führen zu neuen Betrachtungsweisen in Hinblick auf eine Abgrenzbarkeit der biologischen Teildisziplinen und werden nachfolgend kurz durch die Strukturen des SFB 1182 verdeutlicht.

Die Beforschung von Metaorganismen im Sonderforschungsbereich 1182 „Entstehen und Funktionieren von Metaorganismen“

Forschung an Hochschulen kann in unterschiedlichen Strukturen angegliedert sein. Eine Möglichkeit ist das Forschen in Sonderforschungsbereichen (SFB), wie es bei der Metaorganismus-Forschung geschieht. SFBs sind allgemein auf längere Sicht angelegt, auf eine Dauer von bis zu zwölf Jahren, und dienen als Forschungsorgane an Hochschulen. Sie werden aus Steuergeldern finanziert, die über die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) in einem aufwändigen Bewerbungsverfahren gewährt werden. In diesen SFBs arbeiten Wissenschaftler*innen oft in interdisziplinären Verbänden mit einer übergreifenden Forschungsthematik zusammen. So können Forschungsvorhaben längerfristig, innovativ und übergreifender umgesetzt werden, was eine Bündelung an Personen und Ressourcen von Fachpersonal der antragstellenden Hochschulen mit sich trägt. SFBs können Hochschulen somit ein Profil geben und am Institut Schwerpunkte setzen und strukturgebend sein. Dabei arbeiten SFBs oft mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie der Max-Planck-Gesellschaft oder der Leibniz-Gemeinschaft zusammen. Strukturell besteht dieser SFB aus vielen kleineren Teilprojekten, die je nach Anzahl und Größe unterschiedlich sein können. Die Teilprojekte werden von einem oder mehreren Wissenschaftler*innen (sogenannten PIs) geleitet (Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2023).²⁰

Ziele des SFB 1182

Als konkretes Beispiel für einen Sonderforschungsbereich an Universitäten kann der SFB 1182 "Origin and Function of Metaorganism" mit Ansiedelung an der CAU Kiel gelten. Dieser ist in seiner grundlegenden Ausrichtung für 12 Jahre (2015-2027) angelegt und in drei Förderperioden (1. 2015-2019, 2. 2020-2023, 3. 2024-2027) unterteilt.

Das übergeordnete und längerfristige Ziel über die drei Förderperioden des SFB 1182 hinweg ist besser zu verstehen, wie und warum mikrobielle Gemeinschaften mit einem Wirt längerfristig entstehen. Hierbei liegen die Konsequenzen speziell auf funktioneller Ebene im Forschungsinteresse der Metaorganismus-Forschenden, ebenso wie die weitere Erforschung der fundamentalen, regulatorischen Prinzipien dieser Interaktion und was dies für die Lebensgeschichte der Organismen und ihrer evolutionären Fitness aussagt. Im Folgenden werden die wichtigsten Ziele der Förderperioden dargestellt, um ein tiefergehendes Verständnis über die Arbeit im SFB 1182 zu erlangen. Die Forschenden im SFB 1182 möchten dahingehend mehr über die Zusammensetzung mikrobieller Gemeinschaften erfahren wie z.B. der Aufbau sowie dynamische, entwickelnde und funktionale Faktoren (z.B. Identifizieren von Selektionskräften bei der Evolution von Metaorganismen oder die Bedeutung neutraler Prozesse in der Gemeinschaft). Hierfür werden vielfältige Modellorganismen eingesetzt sowie diese biologischen Er-

²⁰ Weitere Informationen dazu sind auf der folgenden Website zu finden: https://www.dfg.de/foerderung/programme/koordinierte_programme/sfb/ (letzter Zugang 12.01.23)

kenntnisse mit mathematischen und computergestützten Modelle kombiniert, um ein besseres Verständnis über die einzelnen Funktionen und Dynamiken dieser interagierenden Gemeinschaft zu erlangen. Mit dem Einsatz von vielfältigen Modellorganismen sollen viele Informationen über Wirt-Mikroben-Interaktion gebündelt werden, um die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den verschiedenen Modellsystemen zu ermitteln. Zukünftig ist geplant, die gewonnenen Erkenntnisse in allgemeine Vorhersagerahmen zu integrieren, die dabei unterstützen sollen komplexe Prozesse wie die Evolution von Metaorganismen besser verstehen zu können. Mit Hilfe der Vorhersagen können dynamische und funktionale Prozesse in Metaorganismen besser beobachtet werden, die möglicherweise eine zielgerichtete und kontrollierte Beeinflussung dieser Prozesse zulässt.

Strukturen und Charakteristika des SFB 1182

Um diese Ziele zu erreichen, gliedert sich der SFB drei große inhaltliche Bereiche mit Themenschwerpunkte im „Evolution und Ökologie“, „Kommunikation und Erkennung“ sowie „Funktion und Lebensgeschichte“ und drei kleinere Teilprojekte zur informatischen Datenverarbeitung (INF), der Nutzung von übergreifenden Services wie Administration und Methoden (Z1-3) oder der Verbreitung der Forschung an Teile der Öffentlichkeit durch Wissenschaftskommunikation, in dessen Bereich auf diese Forschungsarbeit eingeordnet werden kann (PR, siehe Abbildung 14).

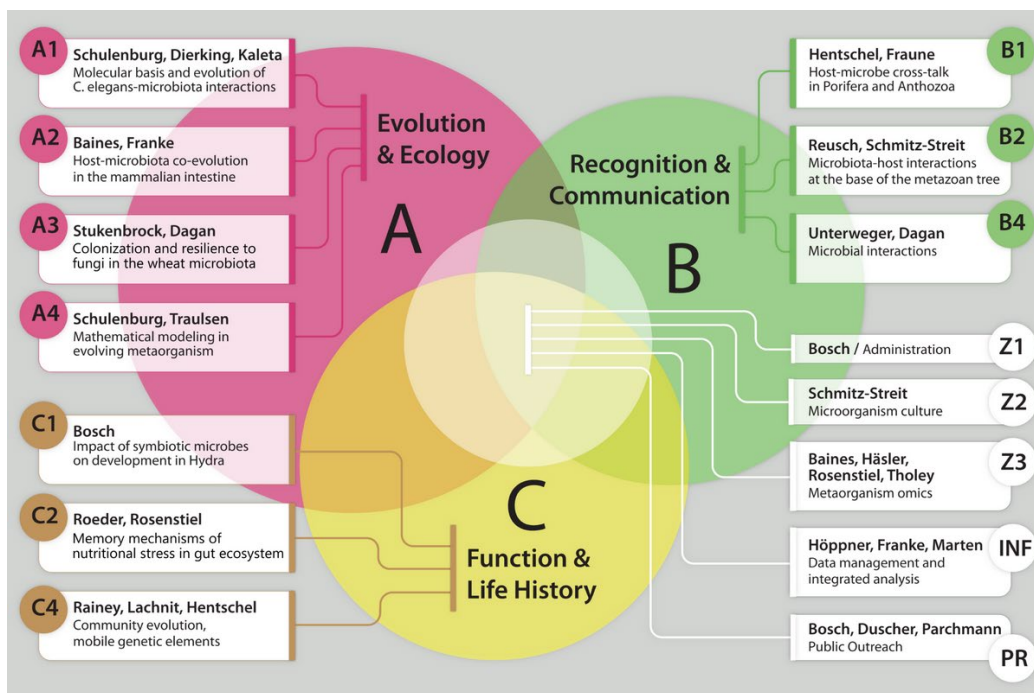


Abbildung 14. Überblick über die inhaltlichen Forschungsbereiche des SFB 1182 (aus dem Förderantrag zur Bewilligung der 2. Förderperiode entnommen, S. 22)

Als prägend für den SFB 1182 gilt daher die Betrachtung und Durchführung einer interdisziplinären Arbeitsweise (unter anderem der Mikrobiologie, Evolutionsbiologie, Meeresbiologie, Medizin, Mathematik, Physik, Naturwissenschaftsdidaktik oder den Computerwissenschaften). Diese Art der Zusammenarbeit in der modernen Forschung hilft grundsätzlich die inhärente Komplexität von Natur und Gesellschaft besser zu verstehen, Probleme zu erforschen, die nicht auf eine Disziplin zu beschränken sind, der Notwendigkeit große gesellschaftliche Probleme zu lösen sowie dem Einfluss neuer technologischer Möglichkeiten (National Academy of Sciences, 2005). Bezogen auf die Metaorganismus-Forschung können vielfältige Betrachtungsweisen zum Erkenntnisgegenstand helfen, Prozesse, Herkunft und Folgen eines Metaorganismus besser zu verstehen (Bosch, 2017; 2022). Ziel ist es dabei Synergie-

effekte in den Projekten anzustoßen, die neuartige Wege und Fortschritt im Verständnis über Metaorganismen ermöglichen. Gerade die Kombination zwischen Fachwissen in Evolutionsbiologie, Computertechnik sowie Modellierung kann zusammenbringende Hypothesen schaffen, die getestet werden und zum tiefergehenden Verständnis des Metaorganismus beitragen. Diese Erkenntnisgewinne sind der Baustein einer Definition allgemeiner Prinzipien über den Ursprung, den Erhalt und die Funktionsweise(n) von Metaorganismen.

Vernetzung von moderner Metaorganismus-Forschung mit Schule

Der innovative Forschungsansatz zum Konzept eines Metaorganismus ist nur für die naturwissenschaftliche Forschung von Interesse, sondern bietet auch darüber hinaus viel Potenzial für andere (Bildungs-)Bereiche z.B. die Schule. Bislang hat dieser Ansatz jedoch noch wenig Einzug in den Biologieunterricht an Schulen erhalten, wobei er viele Anknüpfungspunkte zum Biologieunterricht aufzeigt, wie etwa die zentrale evolutionsbiologische Leitlinie der Fachanforderungen in Biologie im Bundesland Schleswig-Holstein (Fachanforderungen S-H, 2016, siehe Seite 124-127) oder das vielmehr integrative statt einzelne Betrachten von ökologischen und evolutionären Inhalten (Bosch, 2022).

Das Metaorganismus-Konzept bildet moderne Forschung ab, stellt aber auch traditionelle Konzepte von Selbst und Individualität in Frage oder schafft neue Schnittstellen zwischen naturwissenschaftlichen Inhalten und nichtwissenschaftlichen Disziplinen wie Philosophie, Design und Kunst. Dafür braucht es jedoch auch Vermittlungskonzepte sowie die Verbreitung der SFB-Forschung durch innovative, kollaborativ gestaltete *Science Outreach* Programme an Schulen, die die Wissenschaftskommunikation und die *scientific literacy* weitergehend fördern und so authentische Einblicke in moderne Forschung ermöglichen. Insbesondere Forschende der Biologie können mit ihrem Engagement im Wissenschaftskommunikationsbereich umfassendes Wissen über die dringenden gesellschaftlichen Herausforderungen wie den Klimawandel, wirtschaftliche Produktivität, Gesundheit und Nachhaltigkeit weitergeben und so helfen, dass fundierte Entscheidungen zu komplexen Themen leichter zu treffen sind (Fischhoff 2013). Umgekehrt kann der Beitrag der Öffentlichkeit den biologischen Biologiediskurs bereichern, indem er neue Perspektiven bietet, die Relevanz aktueller Forschung aufzeigt und neue Untersuchungen anregt (Pace et al. 2010).

Zusammenfassend zeichnet die Arbeit der Metaorganismus-Forschung eine interdisziplinäre Arbeitsweise mit einer großen Methodenvielfalt wie Nachweisverfahren, aber auch der Arbeit mit verschiedenen Modellorganismen aus, um grundlegende Mechanismen in der Interaktion zwischen Mikroorganismen und Wirten besser verstehen zu können. Während diese Art der Kollaboration und das Thema der Metaorganismus-Forschung im Forschungskontext sehr etabliert sind, haben die neuen Forschungserkenntnisse bislang wenig bis gar kein Einzug in den naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten. Aus Vermittlungsperspektive ist daher ein erster Schritt, die Schülervorstellungen zu überschneidenden Themen wie die Vorstellungen zu Mikroorganismen, *Nature of Science* oder erste Forschung zu Vorstellungen der Metaorganismus-Forschung zu analysieren und darauf aufbauend weitere Vermittlungsschritte wie gemeinsam designte Unterrichtsmaterialien anzustoßen.

2.2 Analyse von Lernerpotenzialen - Schülervorstellungen zur Metaorganismus-Forschung

Als Analyse von Lernerpotenzialen werden hier Forschungsarbeiten von Schülervorstellungen zu Aspekten von Metaorganismen bzw. Mikroorganismen dargestellt sowie Forschungsarbeiten zu allgemein Nature of Science-Aspekten, wie sie z.B. in modernen NOS-Ansätzen nach Erduran und Dagher (2014) zu finden sind.

2.2.1 Grundlegende Schülervorstellungen zu Mikroorganismen und ihr Zusammenleben

Mikroorganismen werden von Schüler*innen häufig mit negativen Emotionen und Vorstellungen in Verbindung gebracht und dienen vor allem als Risiko für die menschliche, individuelle Gesundheit (Byrne et al., 2009; Byrne, 2011; Hörsch, 2007). Viel häufiger wurden demnach übertragbare Krankheiten im Zusammenhang mit Mikroorganismen genannt, als dass ihr Nutzen für den Menschen betont wurde. Auf Ebene der Ökologie wurden Mikroorganismen mit dem Stoffabbau (z.B. Zersetzen von Müll) assoziiert, aber nicht als Teil eines Stoffkreislaufes (Byrne, 2011). In unterschiedlichen Studien (Byrne, 2009, 2011; Unger, 2019) wird ausgehend von den Schüler*innen von negativen Emotionen gegenüber Mikroorganismen berichtet, indem diese ein „schlechtes Image“ haben, „dreckig“ sind und mit unansehnlichen und großen Augen gezeichnet wurden oder bei *Brainstorming*-Übungen diese am häufigsten mit Krankheiten assoziiert wurden und weniger mit Mikroorganismen in der Produktion von Nahrungsmitteln (Byrne, 2009). Das gleiche Image gilt dahingehend auch für Viren, die als Schlangen, gewaltbereite Teufel gezeichnet wurden (Simonneaux, 2000). Es zeigen sich dahingehend viele anthropozentrischen Sichtweisen auch in Bezug auf Mikroorganismen und ihr Ökosystem, die die Schüler als „überall“ bezeichneten und vor allem keine hygienischen, sondern vielmehr dreckigen Orte dazu nannten, an denen eine Ansteckung wahrscheinlicher ist (Byrne, 2011; Simonneaux, 2000). In einer Interviewstudie von Schüler*innen der 7.-11. Klasse stammt daher das folgende Zitat: „Krank zu machen, ist die Aufgabe von Bakterien in der Natur (Biologie), wie es die Aufgabe des Herzens ist, zu schlagen. Krank zu machen, ist eine Art Eigenschaft von ihnen. Es wäre besser, wenn es Bakterien und Viren nicht geben würde (Hörsch, 2007, S. 222). In der gleichen Studien wurden auch Vorstellungen geäußert, dass ein gesunder Mensch keine Bakterien besitzt. Doch auch einzelne positive Aspekte von Mikroorganismen zum Beispiel im Körper und der Verdauung wurden genannt (Hörsch, 2007).

Da die berichteten Arbeiten teilweise schon mehr als 20 Jahre zurückliegen und in dieser Zwischenzeit die Informationslage zu diesem Thema um ein vielfaches verbessert bzw. erst ermöglicht wurde, könnte aktuelle Lernendenvorstellungen andere Ergebnisse beinhalten. Untersuchungen wie die von Unger (2019) zeigen jedoch im Rahmen der Gestaltung von Lernangeboten mit Mikroorganismen, dass Gymnasialschüler*innen am Ende der Sekundarstufe I immer noch häufig kein differenziertes Verständnis von Mikroorganismen aufweisen, z.B. zu den Lebensformen oder dem Aussehen von Mikroorganismen. Außerdem beschäftigt sich eine aktuelle Masterarbeit von Durchgraf (2019) mit Schülervorstellungen zu Mikroorganismen und zum Metaorganismus: In dieser wurden Schüler*innen der zehnten und elften Jahrgänge an Gymnasien in Schleswig-Holstein befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass Schüler*innen Mikroorganismen nicht automatisch in „gut“ und „schlecht“ einteilen wollten, sondern erst nachfragten, was denn die Definition für „gut“ und „schlecht“ in diesem Zusammenhang wäre. Wenig Schüler*innen konnten sich vorstellen, dass unterschiedliche Bakterienarten sich auch verschieden verhalten oder dass Mikroorganismen aus derselben „Gruppe“ sowohl nützliche als auch schädliche Funktionen übernehmen können, sondern eher nur eins von beiden. Beim Zusammenleben des Menschen mit Mikroorganismen dachten Schüler*innen als erstes an die Verdauung (ca. 60%), gefolgt von der Haut (ca. 40%), Schleimhäuten (28,57%), Blut (26,98%) oder den Organen (23,81%). Von den befragten Schüler*innen waren ca. 30% der Meinung, dass Mikroorganismen überall im Körper zu finden sind, 19,05% sagten „fast überall im Körper“ und fast 50% gaben keine Antwort. Bei den Schüler*innen gaben über 50% an, dass sie glaubten, es gäbe keine mikroorganismenfreien Bereiche, über 30% sagten, es gäbe mikroorganismenfreie Bereiche und über 15% gaben keine Antwort darauf. Auf Nachfragen, wo die mikroorganismenfreien Bereiche im Menschen wären, wurde mit ca. 46% das Gehirn am häufigsten genannt, gefolgt von härteren Substanzen wie Knochen (19%) und Haaren (14%). Bei Nachfragen zu den Aufgaben der Mikroorganismen auf und in dem Menschen wurde die Verdau-

ung von Nahrung am häufigsten genannt (37%), gefolgt von Krankheitsbekämpfung (29%) und zu gleichen Teilen als Krankheitserreger (27%) und als Schutz (27%). Als Einflussfaktoren auf die mikrobielle Gemeinschaft im Menschen war die häufigste Antwort keine Antwort (25%), gefolgt von der Ernährung (21%), der Umwelt (21%) und der Hygiene (19%) sowie Krankheiten (17%). Bei Fragen zur Anwesenheit von Mikroorganismen in/auf einem gesunden Menschen gaben 46% keine Antwort, ca. 32% an viele Mikroorganismen zu besitzen und ca. 22% einige Mikroorganismen. Auch Fragen zur Vielfalt der Mikroorganismen in/auf dem gesunden Menschen wurden von 54% der Befragten nicht beantwortet; ca. 21% gaben an, eine große Vielfalt sei dafür notwendig. Bei der Frage ob andere Lebewesen als der Mensch auch mit Mikroorganismen zusammenleben, beantworteten dies fast alle (ca. 92%) mit „ja“, vor allem bei Tieren (54%), Pflanzen (35%) und allen Lebewesen (21%). Somit gibt es Hinweise darauf, dass die Masterarbeit von Durchgraf (2019) ein vielfältigeres Bild über den Wissensstand der Schüler*innen zum Leben und Zusammenleben mit Mikroorganismen zeigt, als es noch andere Studien andeuten. Sie sind ein guter Ausgangspunkt für weiterführende Forschungen in diesem Themenfeld und die Änderungen im Laufe der Zeit mit Blick auf die neuesten Forschungserkenntnisse in der Erforschung von Metaorganismen.

Mit Blick auf den Umgang dieser Vorstellungen stellen Hammann und Asshoff (2014) fest, dass die Fokussierung der Schüler*innen bei Mikroorganismen nur auf Krankheiten eine sehr limitierende Vorstellung ist, die der natürlichen Vielfalt von Mikroorganismen und ihren Aufgaben in keiner Weise gerecht wird. Diese schlagen dahingehend einen abwechslungsreichen Biologieunterricht vor, in dem durch verschiedene methodische Ansätze (z.B. Experimente, Videos, Texte) die unterschiedlichsten Mikroorganismen kennengelernt werden können. Besondere Aufmerksamkeit sollte daher die nützliche Funktion von Mikroorganismen für die Gesundheit des Menschen einnehmen. Dieses kann die Vorstellung erweitern, dass ein Wirt wie der Mensch auch einen starken Nutzen von Mikroorganismen hat. Daneben sollten Themen wie die biotechnologischen Nutzung von Bakterien, dem Prozess der Fermentation oder die Aufgabe von Mikroorganismen in der Ökologie stärker betont werden. Hammann und Asshoff (2014) äußern daher eine Abkehr von der anthropozentrischen Sicht und das Mikroorganismen nur auf organischer Ebene und ihrer Wirkung gesehen werden, sondern auch die ökologische Schlüsselposition von Mikroorganismen auf der Erde für Schüler*innen erkennbar wird (Kattmann, 2007).

2.2.2 Grundlegende Schülervorstellungen zu *Nature of Science*

Kognitiv-epistemische Aspekte von Forschung

Hinsichtlich der schülerbezogenen Vorstellungen zu kognitiv-epistemischen Aspekten von Forschung gibt es viele Forscher*innen, die diese Aspekte untersuchen (z.B. Driver, Leach & Miller, 1996, Grygier, 2008). Demnach werden naturwissenschaftliche Erkenntnisse häufig als Entsprechung naturwissenschaftlicher Phänomene angesehen. Erkenntnisse werden direkt aus der Natur gefunden und entnommen (z.B. Driver, 2006; Grygier, 2008). Diese Vorstellungen werden in der fachdidaktischen Forschung als *naiv-realistisch* bezeichnet und meinen eine nicht reflektierte Wahrnehmung der Welt "wir sehen und erkennen die Welt so, wie sie ist" im Sinne des naiven Realismus (Grygier, 2008, S. 102). Die Übernahme von gesicherten und bindenden Erkenntnissen unmittelbar aus der Natur steht konträr zum fachlichen Umgang und der konsequenten Unterscheidung zwischen empirischer Datenbasis (durch Beobachten und Experimentieren) und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen (evidenzbasierte Schlussfolgerungen mit theoretischen Erklärungsansätzen). In der Forschungsrealität sind Erkenntnisse geleitet durch Hypothesen und können eine gute Absicherung vorweisen, aber bleiben abänderbar. In der NOS-Literatur wird deshalb auf den Aspekt der Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichen

Erkenntnissen explizit eingegangen (z.B. Allchin, 2011; Erduran & Dagher, 2014). Viele Lernende denken z.B. dass ein unsichtbares Phänomen durch ein Experiment sichtbar gemacht wird und auf diese Weise eine Erkenntnis für die Forschung offenbart wird. In der fachdidaktischen Forschung wird diese Vorstellung auch „Wissenschaft als unproblematischer Zugang zur Welt“ genannt (Grygier, 2008, S. 102). Dabei werden demnach Hypothesen oder die Kontrolle von Variablen nicht mit einbezogen. Somit wird naturwissenschaftliches Wissen entdeckt und nicht durch hypothesengeleitetes Vorgehen und der Nutzung von Evidenz konstruiert. Weitere Vorstellungen von Schüler*innen im kognitiv-epistemischen Bereich sehen Modelle etwa als kleineres Abbild der Realität an oder zeigen die Auffassung von Theorien als Deskription von Phänomenen und verbinden somit Theorie und Praxis zu einer verschmelzenden Einheit. Hammann und Asshoff (2014) schlagen daher vor, die angesprochenen Aspekte von Forschung vielmehr durch explizite Reflektion von NOS im Unterricht bereitzustellen (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Begriffe wie „Prognose“, „Hypothese“ oder „Theorie“ sind daher wichtig als Kernbegriffe von Forschung zu identifizieren und in Hinblick auf die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung oder dem Status von naturwissenschaftlichen Wissens trotz vielfach bestätigter Hypothese einzuordnen. In der Sekundarstufe 1 meint dies die strenge Unterscheidung zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung anhand von unterrichtlichen Beispielen.

*Bild des Wissenschaftler*in*

Bezogen auf die Vorstellungen über Naturwissenschaftler*innen zeigen Untersuchungen im Sinne des *Zeichne-einen-Naturwissenschaftler* mit Schüler*innen im Grundschulalter verstärkt viele stereotypische Vorstellungen wie „männlich“, „Bart tragend“, „ungekämmt“, „Brille“, „Laborkittel in einem Labor mit vielen Geräten“, „intelligent“ und „hat kaum Freizeit“. Auffallend ist, dass kaum Frauen gezeichnet werden und wenn dann in den meisten Fällen von weiblichen Schülerinnen. Diese Vorstellungen können nach Hötteke (2001) maßgeblich von Cartoons und den Medien beeinflusst sein. Bei einer weiteren Methode, durch das Verfassen von Geschichten schreiben über Naturwissenschaftler*innen wurde die Mehrzahl zum Thema „Genetik und Medizin“ und „Weltall“ geschrieben. Schüler*innen berichteten über Naturwissenschaftler*innen, die durch ihre Arbeit anderen Personen helfen und einige auch durch ihre Arbeit bedrohen. Hinsichtlich den Charakteristika von Naturwissenschaftler*innen wurden vier Vorstellungen ermittelt: *der sonderbare Naturwissenschaftler*in* (macht bedrohliche und teils unerwartete Experimente), *die hilfreiche Autorität* (gibt gerne Informationen weiter wie Mediziner oder Lehrkräfte), *der Erfinder* (erschafft etwas, versucht etwas zu verbessern für seine Mitmenschen und tüftelt gerne herum) und *der Intellektuelle* (hat eigene Einfälle und versucht dieses an Experimenten auszutesten) (Solomon, 1993, S. 24). Hötteke (2001) betont zudem, dass Schüler*innen einerseits die Vorstellung eines aktiv Forschenden mit intelligenten und kreativen Lösungsvorschlägen aufweisen, aber gleichzeitig der Wissenschaftler*in vielmehr die Gegebenheiten aus der Natur nimmt und in neutraler und passiver Art der Datenverarbeitung darstellt. Beide Vorstellungen können dabei parallel und nicht im Widerspruch zueinander existieren.

Hötteke und Hopf (2018) verweisen darauf, dass Vorstellungen zu stereotypischen Naturwissenschaftler*innen auch über verschiedene Entwicklungsstufen der Jugendlichen und sogar bis zum Studium recht stabil sind und auftreten können. Weiterhin zeigen Studien den Trend an, dass sich stereotypische Vorstellungen auch über die Schulzeit entwickeln und dahingehende Änderungen oder Verstärkungen stark vom jeweiligen Unterricht in den Naturwissenschaften beeinträchtigt werden. Hammann und Asshoff (2014) schlagen daher vor, Gelegenheiten zu schaffen, Wissenschaftler*innen näher kennen zu lernen. Schüler*innen sollten daher authentische Erfahrungen mit Wissenschaftler*innen sammeln, indem Forschende auch über emotionale Aspekte ihrer Arbeit oder über sich als Person mit

ihrem Werdegang reden oder ihre Motivation zum Beruf. Für Lehrkräfte ist auch die Möglichkeit wichtig, dass Schüler*innen aktiv Fragen stellen können (France & Bay, 2010). Eine weitere Empfehlung von ihnen betrifft den Unterricht, der stereotypische Vorstellungen von Wissenschaftler*innen als Unterrichtsgegenstand thematisieren sollte. Das Ziel dieser Umsetzungsideen ist die Erweiterung des Bildes von Naturwissenschaftler*innen (Hammann und Asshoff, 2014).

Sozial-institutionelle Aspekte von Forschung

Obwohl die Zusammenarbeit unter Wissenschaftler*innen zur Gewinnung von wissenschaftlichen Erkenntnissen alltäglich und unumgänglich ist, etwa beim Erarbeiten von neuen Fragestellungen, dem Diskutieren über Ergebnisse oder dem Begutachten von wissenschaftlichen Artikeln im sogenannten *peer-review* Verfahren, wird die Rolle der Übermittlung sozialer Aspekte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung selten in Unterrichtsvorschlägen weitergegeben (Hammann & Asshoff, 2014). Eine der wenigen Studien zur expliziten Berücksichtigung dieser NOS-Vorstellungen von Schüler*innen führten Driver, Leach und Miler (1996) durch. Sie untersuchten, ob Wissenschaft in den Vorstellungen von Schüler*innen als „soziales Unterfangen“ angesehen wird und wie diese über „Kontroversen in der wissenschaftlichen Gemeinschaft“ denken (Driver, Leach & Miller, 1996; S. 118-135): In einer Aufgabe wurde über eine in der Wissenschaft kontrovers geführte Diskussion zum Thema der Kontinentalverschiebungstheorie geredet. Schüler*innen sollten demnach in Interviews erklären, warum es damals keine Zusammenkunft der Argumente zwischen Geologen gab und was es dazu eventuell gebraucht hätte. Schüler*innen erklärten daraufhin, dass der fehlende Konsens als Reaktion einer unzureichenden Datenlage zu Stande kam. Sie führten als Argumente fehlende Daten, die Qualität dieser Daten und die Art an (Driver, Leach & Miller, 1996; Hammann & Asshoff, 2014). Aus fachdidaktischer Sicht deutet sich hier eine mangelnde Abgrenzung zwischen theoretischen und evidenzbasierten Aspekten an, in der wissenschaftliche Kontroversen als Resultat „mangelnder“ Beweise begriffen werden. Zudem können diese Interviews Aufschluss darüber geben, warum nicht zwischen Daten und Schlussfolgerungen unterschieden wird und Wissenschaftler*innen vor allem einen wissenschaftlichen Streit anfangen, wenn die Datenlage nicht überzeugt. Aus wissenschaftlicher Sicht werden Kontroversen jedoch geführt, wenn datenbasierte Schlussfolgerungen auf Grundlage unterschiedlicher Theorien auf kritische Art und Weise hinterfragt werden (Pedretti, 2007). Hammann und Asshoff (2014) schlagen daher vor, die sozialen Aspekte von Wissenschaft stärker im Unterricht einzuführen, etwa durch das gegenseitige Vorstellen der Forschungsergebnisse und das kritische Hinterfragen der Ergebnisse im Anschluss an Experimente, anstatt auf „eine richtige Antwort zu warten“.

Bezogen auf die Arbeitsweise von Forschenden werden typische Naturwissenschaftler*innen nach Auffassung von Schüler*innen (auch in der Oberstufe) häufig als allein arbeitende Personen wahrgenommen, die keinen selbständigen sozialen Bezug zu anderen Forschenden herstellen. Diese Vorstellung steht jedoch im Gegensatz zum heutigen Verständnis von Forschung, der zu Folge soziale Prozesse von Forschung genauso wichtig sind wie individuelle Arbeitsschritte. Diese Vorstellung zeigt somit einen Gegensatz zum realen Arbeitszustand in den Naturwissenschaften. Auch Aspekte wie die Interdisziplinarität von Forschung sind im Forschungsalltag sehr etabliert, aber zeigen sich wenig bis gar nicht in den Vorstellungen der Schüler*innen (Hötteke & Hopf, 2018).

2.3 Didaktische Strukturierung: Evidenzbasierte Weiterentwicklung von *Science Outreach* durch Designforschung im Bildungsbereich

Die Designforschung im Bildungsbereich ist eng mit der Forschung über das Lernen verknüpft und ist vergleichsweise ein noch sehr junges Forschungstradition. Sie startete mit vielen unterschiedlichen Namen wie „Entwicklungsforschung“, „Designexperimente“, „Designforschung“ oder „designbasierte

Forschung“ (Bakker, 2018, Van den Akker et al., 2006). Von vielen anerkannten Forscher*innen kam international das Bedürfnis nach einer stärkeren Fokussierung auf das Design im Bildungsbereich auf: Forschende wie Van den Akker (2006) kritisierten das etablierte Forschungsansätze wie Fragebogenstudien, Experimente oder Korrelationsanalysen vielmehr den Fokus auf die Beschreibung eines Untersuchungsgegenstandes legten und weniger Antworten auf die genaue Umsetzung von Problemen im Design und der Entwicklung von Bildungsprodukten lieferten. Als ein Weg dafür sah er systematische Forschungsansätze zur Weiterentwicklung und Umsetzung von Bildungsprodukten mit in unterschiedlichsten Kontexten. Auch Reeves (2006) deutete an, anstatt noch weiter Studien mit einem bestimmten Kontext und zwei zu vergleichenden Methoden durchzuführen, sollten seiner Meinung nach vielmehr Designforschungsansätze fokussiert werden, die ein bestimmtes Bildungsproblem in diesem Kontext angehen und Lösungsvorschläge dafür entwickeln. Bakker (2018) betont, dass viel über den Einfluss des Interesses oder die Motivation auf das Lernen bekannt ist, aber viel weniger über die Wege, wie man Motivation und Interesse steigern kann. Es braucht seiner Meinung nach weniger „*after-the-fact* Theorien“ und mehr „*before-the-fact* Theorien“. Bakker (2018) zufolge umfassen spannende Fragestellungen in diesem Bereich wie qualitativ hochwertige, evidenz- und kontextbasierte Unterrichtsansätze geschaffen werden können und Antworten auf die Art der Anleitung und des Kontextes geben (Bakker, 2018). Schlussendlich zeigten auch Studien auf, dass Lernprozessen unter Laborbedingungen nur bedingt zu einem breiten Verständnis dieser Lernprozesse in einer natürlicheren Umgebung liefern kann (Barab & Squire, 2004). Somit hatten verschiedene internationale Forschungsgruppen das Anliegen, neue Forschungsansätze zu entwickeln, die die ökologische Validität, der Verbesserung von curricularen Standards sowie dem Mangel an praktischem Nutzen bzw. dem Lösen praxisnaher Probleme für viele Bereiche der Bildungsforschung zum Ziel hatten (Grover & Pea, 2016). Die Designforschung fokussierte dahingehend stärker das Forschungspotenzial von systematischen Ansätzen von Lernkontexten und deren Anpassungen zu praktischen und theoretischen Erkenntnissen zu erfüllen, indem unter natürlichen Bedingungen getestet und weiterentwickelt wird (Bakker, 2018). Als eines der bekanntesten Paradigmen in der Zusammenführung von Theorie und Praxis kann *Design-based Research* (DBR) genannt werden, dass im nachfolgenden Kapitel eingehender vorgestellt wird.

Mittlerweile wird designbasierte Forschung als zentraler Baustein für die Kompetenzförderung auch im Bildungsbereich des 21. Jahrhunderts angesehen (z. B. Kelly et al., 2019). Dabei könnte das Fördern von sozialer Kreativität und Lernformen, Kooperation und kritisches Denken, wie es Bereiche der Designforschung anstreben, eine Möglichkeit sein, komplexe und globale Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (z.B. Im Bereich Klima, Energie oder Gesundheit) anzugehen. Hierfür braucht es nach Aksela (2019) vor allem eine fundierte *scientific literacy* der Zielgruppe sowie eine Lehrerausbildung, die nach den Kompetenzen des 21. Jahrhunderts ausgerichtet ist, um schülergerechte Lösungen zu präsentieren. Beide Aspekte weisen jedoch noch erhebliches Entwicklungspotenzial auf (Aksela, 2019): So zeigen beispielsweise Studien der OECD (2015), dass in den Industrienationen immer weniger Schüler*innen sich für ein naturwissenschaftliches Studium entscheiden oder das Mindestniveau zum Erreichen einer *scientific literacy* im Schnitt in Deutschland gesunken ist (siehe Kapitel 1.3.2.1). Ebenfalls zeigt die Lehrerausbildung nach Aksela (2019) noch zu wenige Förderungsansätze über neue naturwissenschaftliche Forschungserkenntnisse zu integrieren oder Anreize zum lebenslangen Lernen zu bieten. Ein wichtiger Baustein könnte dahingehend die Designforschung darstellen. Warum ausgerechnet die Designforschung und wie dies konkret in Designansätzen aussehen kann, wird in diesem Kapitel weiter ausgeführt.

2.3.1 Definition, Ziele und Charakteristika von Designforschung im Bildungsbereich

Seit ihrer formellen Benennung vor knapp 30 Jahren hat sich das Forschungstradition in der Bildungsforschung bis heute weitgehend etabliert. Dies zeigt sich unter anderem an der Herausgabe von Handbüchern (Van den Akker et al., 2006, Bakker, 2018), Beiträge in einflussreichen Zeitschriften und Sammelbänden (z.B. Van den Akker et al., 2006) oder der Feststellung des Beitrages zur Bildungsforschung

einflussreicher Wissenschaftler*innen (National Research Council, 2002). Designforschung im Bildungsbereich meint dabei ein Forschungsdesign, das für die Bildungspraxis forschungsbasierte Lösungsvorschläge auf komplexe Probleme vorschlägt, als auch für die Theorie der Bildungsforschung Beiträge zur Weiterentwicklung und Validierung von Theorien über Bildungsprozesse, Lernumgebungen usw. herausbildet. Somit wird ein doppelter Zweck von Designforschung in 1) theoretischen (Entwicklung und Validierung von Theorien) und 2) praktischen (Lösungen für komplexe Problemen der Bildungspraxis sowie Erkenntnisse zu den Merkmalen und Prozessen des Bildungsprozesses durch die Gestaltung und Weiterentwicklung) Implikationen angestrebt. Dabei meint der Begriff „design“ nach Mintrop (2016) vielmehr die Abfolge von verschiedenen Aktivitäten, die zusammengenommen oder in Kombination einzelner Elemente wie das vorhandene Wissen, Überzeugungen, feste Abfolgen oder Dispositionen ansetzen und daraufhin neues Lernen mit neuen Praktiken ermöglichen sollen. Der designorientierte Forschungsansatz zeichnet sich dadurch auf, dass es eine systematische Untersuchung eines Bildungsproduktes gibt, das fortlaufend die Prozesse der Konzeption, Entwicklung und Evaluierung enthält. Als Beispiel eines dieser Bildungsprodukte können auf das Lernen bezogene Programme, Prozesse, Umgebungen, Materialien, Produkte oder ganze Systeme gelten (Bakker, 2018). In einer Erklärung von Barab und Squire (2004) heißt es daher auch: *“Design-based research is not so much an approach as it is a series of approaches, with the intent of producing new theories, artefacts, and practices that account for and potentially impact learning and teaching in naturalistic setting”* (Barab und Squire, 2004, S. 2). Einer der bekanntesten designorientierten Forschungsansätze ist der *Design-based Research* Ansatz etwa nach McKenney und Reeves (2012, siehe Kapitel 2.1.3.3) durch weitergehende Ausführungen). Zur Abgrenzung von Designforschung in der Bildungsforschung zu anderen Forschungsansätzen kann gesagt werden, dass die Designforschung systematische Forschungsansätze verfolgt, aber nicht gleich jeder systematische Ansatz im Design von Bildungsprodukten zur Designforschung gehört. Der zweite Punkt umfasst die theoretische Implikation. Einen Beitrag zu bestehenden theoretischen Konzepten zu leisten, unterscheidet diese Art von Forschung von nur systematischen Designprozessen im Bildungsbereich.

Zusammenfassend versucht Designforschung im Bildungsbereich die aufkommende Kluft zwischen Forschung und Praxis weiter zu schließen, indem Bildungsprobleme mit Hilfe von Design gelöst werden sollen (Penual & Roschelle, 2016; Bakker, 2018). Dabei werden die Stärken von Experimenten (Interventionen) mit Aspekten der Ethnographie (Sensibilität für die Einzigartigkeit spezifischer Situationen und die Ökologie von Systemen) kombiniert.

2.3.2 Herausforderungen der Designforschung im Bildungsbereich

Doch trotz der ganzen Veröffentlichungen innerhalb und außerhalb der Bildungsforschung herrscht nach wie vor Verwirrung und Kritik darüber, was Designforschung ausmacht und vor allem wie man sie betreibt. Einige Kritiken konzentrierten sich auf die Anschuldigung, dass Designforschung keine klaren Standards und Methoden verfolgt (Dede, 2004; Kelly, 2004), andere Kritiken geben an, dass Designforschung nicht der Forderung gerecht wird Design zu bewerten und gleichzeitig Beiträge zur Theoriebildung im Bildungsbereich zu produzieren (Phillips & Dolle, 2006). Um dieser Kritik zu entgegnen, braucht es daher weitreichende Überlegungen über die theoretischen und praktischen Produkte der Designforschung zur Etablierung von systematischen Ansätzen bei der Durchführung von Designforschung. Sicherlich werden systematische Ansätze von Designforschung schon durchgeführt, jedoch nach Meinung von Forschenden wie Sandoval (2014) zu wenig über die Chancen und Herausforderungen dieser Wege kommuniziert. Er argumentiert weiter, dass wenn Forschungsmodelle vorgestellt werden, dann bislang auf sehr oberflächlicher Ebene mit wenigen Einblicken in den Prozess (siehe auch Edelson, 2002). In einer Keynote von Kali (2016) spricht dieser einen weiteren Aspekt an: *„Wenig von*

der Designarbeit von Designforschungsteams ist für Außenstehende sichtbar, und doch kann dieser chaotische Prozess für andere Designer und Forscher sehr informativ sein.“ Die Forderungen gehen dahin, dass Forschende vielmehr Einblicke in ihre Designprozesse ermöglichen und dies auch anderen Forschenden zugänglich machen (Kali, 2016). Zu diesem Aspekt gehört nach McKenney (2016) auch das stärkere Publizieren von Misserfolgen und nicht nur die Evaluierungen sowie Berichte über Zwischenschritte in der Designforschung und nicht nur das Endprodukt. Weitergehend fehle es nach wie vor an Standards wie eine einheitliche Terminologie oder „Didaktik“ in der Designforschung (Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004). Kritik wird zudem bei den Behauptungen zum Gelingen von Bildungszielen geäußert, indem Effekte nicht eindeutig auf das Design zurückzuführen sind. Dierdorp, Bakker, Ben-Zvi, & Makar (2017) stellen daher heraus, dass kausale Behauptungen vielmehr vermieden werden und stattdessen deskriptive und evaluative Forschung mit Raum für Interpretationen gegeben wird. Sie fordern daher für diese Forschungstradition einen vernünftigen Begriff der Kausalität (Dierdorp, Bakker, Ben-Zvi, & Makar 2017, Bakker, 2018).

Conjecture Mapping als konkreter Lösungsansatz für Designherausforderungen

Sandoval (2014) schlägt daher *Conjecture Maps* als Methode zur Konzeptualisierung von Design-Forschung vor, indem genau aufgezeigt wird, wie theoretisch bedeutsame Merkmale im Design einer Lernumgebung integriert werden und voraussichtlich zusammenwirken, um ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen. Damit liefert er einen methodischen Ansatz als Lösungsvorschlag auf die Kritik, es fehle der Designforschung an argumentativer Grammatik (z.B. von Kelly, 2004) und sie könne dem grundsätzlichen Versprechen der Evaluierung von Design und der Prüfung von Theorien nicht gerecht werden. Um diesen Anspruch gerecht zu werden, braucht es eine Methode die gestaltende Lernumgebungen mit Prozessen zusammen verknüpft.

In einer Hypothese wird ein Gestaltungsproblem adressiert und die Schritte zur Beantwortung der Hypothese (auch mit den Unsicherheiten) bis hin zum Ergebnis dargestellt. Obwohl die Hauptintention von *Conjecture Maps* vielmehr auf Designumgebungen für Lernende ausgelegt ist, wird die Methode in dieser Arbeit im ersten Schritt für die kommunizierenden Wissenschaftler*innen von außerschulischen Lernorten und Lehrkräften als vermittelnde Position zwischen Lernenden und Wissenschaftler*innen eingesetzt.

Eine *Conjecture Map* besteht somit aus sechs Hauptelementen und ihre Verbindungen untereinander, die nachfolgend kurz beschrieben werden (siehe Abbildung 15).

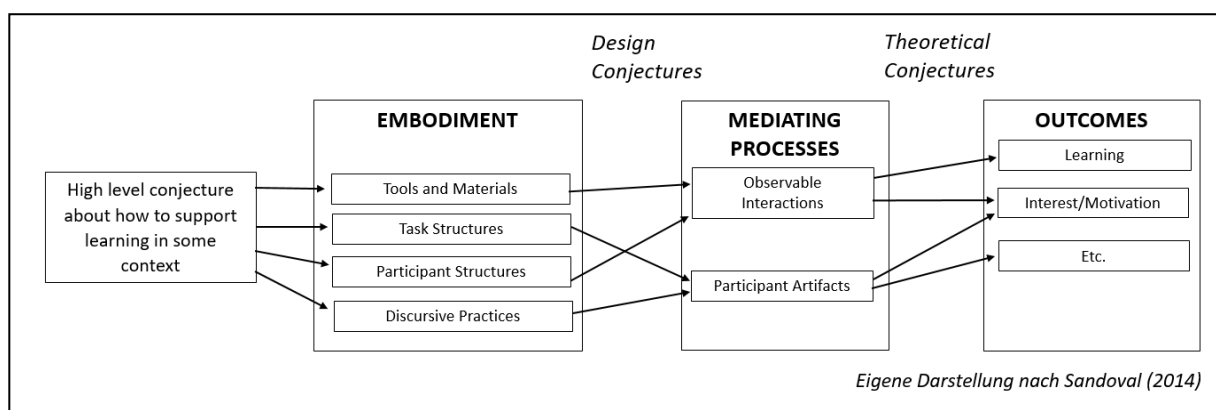


Abbildung 15. Beispielhaftes Vorgehen entlang einer Conjecture Map nach Sandoval (2014)

Die *Conjecture Map* beginnt mit einer oder mehreren übergeordneten Vermutungen, wie Lernprozesse in einem bestimmten Kontext gefördert werden können durch ein spezifisches Design. Diese Vermutung wird im weiteren Schritt ausgestaltet (Embodiment). Von dieser Ausgestaltung in Form von

Aufgaben, Instrumenten oder Strukturen werden bestimmte Vermittlungsprozesse (Mediating processes) erwartet, die in Form von Designvorstellungen (Design conjectures) festgehalten werden. Designvorstellungen sind somit Ideen der Forschenden, wie die Ausgestaltungen zu Vermittlungsprozessen führen. Mit Hilfe dieser Vermittlungsprozesse und abgeleiteten theoretischen Vorstellungen (Theoretical conjectures) werden bestimmte Ergebnisse (Outcomes) intendiert, wie ein Lernzuwachs oder ein gesteigertes Interesse. Theoretische Vorstellungen sind somit Ideen der Forschenden wie die Vermittlungsprozesse das anvisierte Ergebnis erzielen können. Im folgenden Abschnitt wird diese *Conjecture Map* auf Lehrkräfte und das entwickelte Unterrichtsmaterial zum Darwintag angewendet.

Diesen Herausforderungen stellen sich sowohl klassische Designmodelle als auch neuere Designmodelle z. B. im Einsatzbereich von *Science Outreach* Programmen. Im Folgenden werden für die beiden Forschungsansätze jeweils ein Beispiel eingehender vorgestellt, die explizit die Besonderheiten, Ziele oder Ideen dieser Designmodelle veranschaulicht und für die folgende Forschungsarbeit von entscheidender Bedeutung sind.

2.3.3 Design-based research als etabliertes Paradigma bildungsbezogener Designforschung

Unter „klassischen“ Designmodellen wird in dieser Arbeit vor allem der etablierte Ansatz des Design-based research (DBR) verstanden, der schon über 30 Jahre im Bildungskontext Einzug erhalten hat und sehr häufig als Forschungsrahmen verwendet wird, wie auch in dieser Forschungsarbeit.

Definition und Grundidee

DBR ist ein Forschungsansatz, der seit den 1990er Jahren dafür genutzt wird, um neue Lösungen für Probleme aus der Praxis zu entwickeln und pädagogische Innovationen im Bildungsbereich hervor-zubringen. Beim DBR-Ansatz stellt sich die Grundfrage, was *design-based research* genau beinhaltet und nach welchen Merkmalen dieser Forschungsansatz vorgeht. Hierauf geben Feulner, Ohl und Hörmann (2015) folgende Antwort:

„Der Forschungsansatz Design-Based Research (DBR) verbindet fachdidaktische Theorie, empirische Forschung und schulische Praxis. In mehreren Zyklen werden Unterrichtskonzepte, die streng theoriegeleitet und auf Basis bisheriger empirischer Forschungserkenntnisse gestaltet werden, in der Praxis erprobt, auf Grundlage einer qualitativ und/oder quantitativ ausgerichteten Begleitforschung modifiziert und erneut im praktischen Einsatz getestet. Die Studien zielen auf praxistaugliche Lösungen für Probleme ab, die in der schulischen Praxis oder in vorangegangenen empirischen Studien identifiziert wurden. Zudem sollen Beiträge zur fachdidaktischen Theoriebildung generiert werden. Design-Based Research möchte den Transfer von Forschungsergebnissen in den Unterricht stärken und das Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis u.a. dadurch befördern, dass Wissenschaftler und Praktiker eng kooperieren.“ (Feulner, Ohl & Hörmann, 2015, S. 205)

In der Forschungsliteratur ist der Begriff DBR auch unter anderen Namen wie Design Experimente oder Designforschung (z.B. Edelson, 2002) sowie Bildungsdesignforschung (z.B. Sandoval, 2014) zu finden. In dieser Arbeit wird jedoch die Begrifflichkeit „Design-based Research“ verwendet, weil dies ein etablierter Begriff insbesondere in der deutschsprachigen Naturwissenschaftsdidaktik ist (Reinmann, 2005). DBR-Projekte befassen sich somit mit Forschungsfragen über Designlösungen vorangegangener Probleme ausgehend von Lehrkräften und Schüler*innen (Bakker, 2018).

Ziele

Design-Based Research möchte somit den von Universitäten geprägten methodisch-didaktischen Fokus mit konkreten Fragen oder Materialien aus der Unterrichtspraxis verbinden (z.B. McKenney & Reeves, 2012; Bakker, 2018). Es versiert somit die Optimierung von Theorie und Praxis eines Forschungsproblems an, dass zusätzlich seinen Beitrag zur empirischen Forschung leistet. Das Ziel von Forschungsprozessen mit dem DBR-Ansatz ist die Erlangung eines verbesserten Verständnisses über die

Lernprozesse zum zu lösenden Problem und was dies begünstigt. Somit ist das Ziel von DBR einen Lehr-Lernprozess zu beschreiben, anstatt einzelne Variablen in einer Lehr-Lernsituation zu messen. Nach Edelson (2002) ist es entscheidend, drei Arten von Informationen zu erhalten:

- 1) Informationen über das Produkt des Designprozesses (z.B. Schulbüchern bzw. Unterrichtsmaterialien)
- 2) Informationen zum Entwicklungsprozess (z.B. das Erstellen von Designrichtlinien)
- 3) Informationen in Form von Hintergrundtheorien, die im Laufe des Entwicklungsprozesses eingesetzt wurden (z.B. Lerntheorien oder Modellweiterentwicklungen)

Merkmale

Auch wenn es viele Begrifflichkeiten rund um "Design-based research" gibt, können sich die Autor*innen auf zentrale Merkmale dieses Forschungsansatzes einigen, die in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst wurden (Tabelle 5):

Tabelle 4. Charakteristika von Design-based research-Forschung im Bildungsbereich (adaptiert nach Roschelle & Penuel, 2006)

Design-based research Charakteristikum	Beschreibung von design-based research Charakteristika
Konkrete, realitätsbezogene Problemstellung aus der Unterrichtspraxis	Der Ausgangspunkt ist eine konkrete, authentische Problemstellung aus der Unterrichtspraxis. Das Ziel ist es eine Lösung durch DBR zu finden.
Durchgängig Empirie- und Theoriegeleitet	Der DBR-Prozess wird durch Empirie und Theorie geleitet. Vom Handlungskonzept, dem Design und der Intervention. Somit wird der Kontext genau beurteilt, sowie dieses mit Literatur und Theorie aus anderen Kontexten verglichen, um das praxisnahe Problem zu überwinden.
Partnerschaft zwischen Forschenden und Praktiker*innen	Besonders wichtig ist die Partnerschaft zwischen Forschenden und Praktiker*innen durch alle Schritte im DBR. Von der Erfassung des Problems bis hin zur Veröffentlichung von theoretischen Prinzipien.
Iterativer Prozess	Der DBR-Prozess ist iterativ und enthält die Phasen der Analyse, Entwicklung und Umsetzung. Auf diese Weise wird eine schrittweise Verbesserung des Designs und der Evaluationsmethodik angestrebt.
Dokumentation von Entwicklung, Situation, Prozess und Ergebnis	Die Dokumentation aus Entwicklung, Situation, Prozess und Ergebnis ist von entscheidender Bedeutung im Forschungsprozess.
Methodenmix aus quantitativer und qualitativer Forschung	Die Herangehensweise ist von gemischten Methoden (qualitativen und quantitativen Methoden), je nach jeweiliger Fragestellung, beim Durchführen der Studien geprägt.
Wissenschaftlicher Beitrag zur Lehr-Lernforschung oder Theoriebildung	Die Ergebnisse sind wichtiger Baustein für die Lehr-Lernforschung und der Theoriebildung.

Gute Designbasierte Forschung enthält somit die folgenden Merkmale (Design-Based Research Collective, 2003): 1. Die Passung des Designs mit den Bedürfnissen der Zielgruppe und zusätzlich der Bildungspolitik, 2. Die Abstimmung der Ziele zwischen der Intervention und Theorie, 3. Der richtige Zyklus aus Design, Implementierung, Analyse und Re-Design, 4. Die Reliabilität der Ergebnisse, 5. Ergebnisse wie das Entwicklungsergebnis in einer authentischen Lernumgebung funktioniert, 6. Ergebnisse wie diese mit früheren Theorien und praxisbezogenen Implementierungen zusammenpassen.

Die Validität dieser Art von Forschung wird oft durch die Zusammenarbeit mit anderen Kolleg*innen und der Iteration durchgeführt. Die Reliabilität wird oft durch das Anwenden unterschiedlicher Referenzen aus der Forschung sowie die Bewertung der Nützlichkeit beim Forschungsvorhaben für die Bildungs- und Lernforschung angegeben (z. B. Design-Based Research Collective, 2003; Edelson, 2002). In dieser Arbeit wird sich vor allem an den *Design-based research* Ansatz nach McKenney und Reeves (2012) orientiert.

Neben den vielen Chancen wie die Bedeutsamkeit für die schulische Praxis und kürzere Zyklen aus dem theoretischen Input, dem anwenden und evaluieren, können auch einige Herausforderungen im DBR zusammengefasst werden. Dazu gehören zum einen die nicht verzerrte und vollständige Dokumentation sowie zum anderen die kontextrobuste Ergebnisdarstellung.

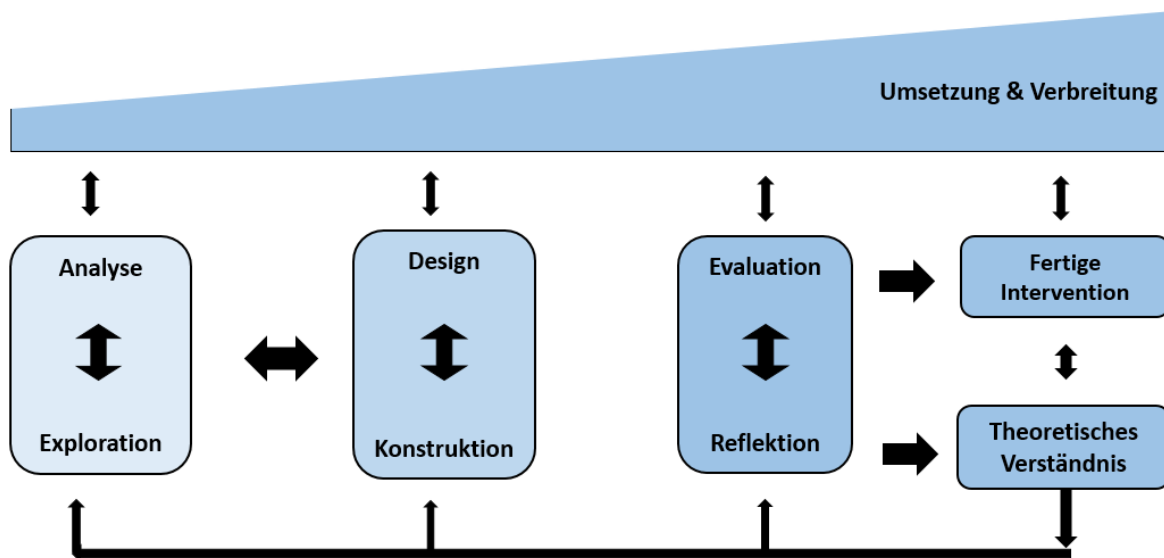
Grundlegende Vorgehensweise

Zuerst einmal bietet die Ausgangslage zum Forschungsprojekt nach dem *Design-based research*-Ansatz ein reales Problem zu adressieren, was für die Praxis und Theorie von Bedeutung ist. In dieser Arbeit wird vor allem der DBR-Ansatz nach McKenney und Reeves (2012) vorgestellt und verwendet, weil dieser sehr etabliert im fachdidaktischen Forschungsbereich und zudem die dreiteilige Phaseneinteilung sehr gut zur didaktischen Begleitung und den Rahmenbedingungen zum *Science Outreach* Programm darstellt (Abbildung 16).

Die beiden Autor*innen gliedern ihren Forschungsansatz in drei Kernphasen (siehe Abbildung 16):

1. Bei der "Analyse- und Erkundungsphase" hat sich bewährt mit Praktikern wie Schüler*innen oder Lehrer*innen zu sprechen, um ein besseres Verständnis über das impulsgebende Problem zu bekommen. Die Forschungsabsichten zielen häufig auf theoretische Erkenntnisse zum Problem, den kontextualen Faktoren oder den teilnehmenden Perspektiven ab.
2. In der darauffolgenden "Design- und Konstruktionsphase" werden erste Ansätze zum Lösen des Problems besprochen und mit der Zeit immer weiter konkretisiert und auf das Problem angepasst. Eine fortlaufende, empirische Begleitforschung kann an dieser unterstützend sein und das theoretische Verständnis zum Problem bereichern. Um eine Designlösung in Phase 2 zu finden, werden häufig mehrere aufeinander aufbauende Zyklen gestartet, die in der Regel aus Analyse des Problems, die Entstehung eines Designvorschlags, der Erprobung sowie der Analyse und Weiterentwicklung des Design bestehen (Reimann, 2005; The Design-Based Research Collective, 2003).
3. In der dritten und letzten Kernphase der „Evaluierung und Reflexion“ erfolgt die empirische Untersuchung und Erprobung von Entwurfsideen und Prototypen als Beitrag zur Lösung des Problems. Die Ergebnisse der Untersuchungen helfen diese Maßnahme zu reflektieren und das theoretische Verständnis über die Interventionsmerkmale weiter auszuscharfen.

Die drei Kernphasen sind in der Abbildung durch die Kästchen dargestellt, deren Pfeile ein gewisses Zulassen von Flexibilität und Iterativität andeuten. McKenney und Reeves (2012) deuten in ihrer Arbeit ebenfalls an, dass es sich für eine bessere Produktivität anbietet, während der durchlaufenden Phasen zwischen rationalen und kreativen Denkansätzen zu variieren. Am Ende des Prozesses sind sowohl theoretische als auch praktische Ergebnisse das Ziel sein, wie im Modell nach McKenney und Reeves (2012) in den blauen Pfeilkästen dargestellt.



Eigene Darstellung, adaptiert nach McKenney & Reeves (2012)

Abbildung 16. Angepasstes Design-based Research Modell zur eigenen Arbeit (Eigene Darstellung nach McKenney und Reeves, 2012, S. 78)

Zu erwartender Output im DBR

Eine weitere Frage bei der Durchführung des Design-based Research Ansatzes ist, welche Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit hier zu erwarten sind:

1) Praktische Outputs

Das praktische Ergebnis im DBR-Ansatz zur Unterrichtsgestaltung (*maturing intervention*) können Bildungsprodukte (z.B. ein Lernspiel, Lerneinheit oder NOS-Kurs für Lehrkräfte), bestimmte Prozesse (Strategien zur Lernunterstützung wie Arbeitsanweisungen für Schüler*innen oder Lehrkräfte), Programme (Workshops für Lehrkräfte) oder Richtlinien (Designrichtlinien für Unterrichtsmaterialien) sein (McKenney und Reeves, 2012).

2) Theoretische Outputs

Das theoretische Ergebnis kann somit das Verständnis zum Erklären, Vorhersagen, Beschreiben oder Beeinflussen von Bildungsprozessen weiter ausschärfen und sich beispielsweise auch in einem Modellvorschlag widerspiegeln (McKenney and Reeves, 2012).

Einordnung des Design-based Research Ansatzes in andere Forschungsbereiche

Insbesondere ist hervorzuheben, dass in einem DBR-Projekt Erkenntnisgewinn und Entwicklung miteinander verbunden sind, sodass sich dieser Aspekt von klassischen Laborstudien stark unterscheidet (Design-Based Research Collective, 2003). Bei Laborstudien wird explizit nur ein Faktor verändert (bei sonst gleichen Variablen), um valide Äußerungen zu tätigen. Dieses Kontrollieren der gleichen Variablen wird explizit in der DBR-Forschung nicht durchgeführt (Reimann, 2005). Die Kritik zur DBR-Forschung lautet daher häufig, dass der Output nicht valide und replizierbar ist. Jedoch gibt es viele Forschende, die den Ansatz gerade wegen ihres innovativen und praxisnahen Zugangs bei Problemen befürworten und anwenden (z.B. Fischer, 2022). DBR kann daher besonders gut auf die Bedürfnisse der Praxis eingehen und muss sich nicht den Vorwurf zur Missachtung der Praxis anhören, wie es Laborstudien vorgeworfen wird (Reimann, 2005).

2.3.4 Co-Design als neuerer Ansatz bildungsbezogener Designforschung

Zu den eher „neueren“ Designmodellen in der Bildungsforschung wird in dieser Arbeit der Co-Design Ansatz vorgestellt, der seine Anfänge außerhalb der Bildung schon vor 60 Jahren hatte, aber im Bildungskontext vor allem in der Zusammenarbeit mit Lehrkräften seit über 20 Jahren verstärkt eingesetzt wurde. Der Co-Design-Ansatz ist häufig von besonderem Forschungsinteresse, wenn es um die gemeinsame Zusammenarbeit bei Lehrkräften und dessen Überzeugung, Mitarbeit oder dem Perspektivwechsel von Modellen, inhaltlichen Aspekten und Unterrichtspraktiken geht. Auch in dieser Arbeit ist der Co-Design-Ansatz von Interesse, da die Zusammenarbeit mit Lehrkräften eine zentrale Säule in der Weiterentwicklung von Science Outreach Programmen darstellt und dies nach Roschelle, Penuel Shechtman (2006) als effektivster Weg in der Einbindung neuer Praktiken auf Schulebene beschrieben wird.

Definition und Grundidee

Der Co-Design-Ansatz fand schon in den frühen 1960er Jahren Verwendung. Seitdem wird dieser beispielsweise in der Computersoftware oder der Architektur verwendet, aber auch in der Bildungsforschung. Den Co-Design-Ansatz in der Bildungsforschung definieren führende Wissenschaftler*innen auf dem Gebiet wie Penuel, Roschelle & Shechtman (2006) wie folgend:

„We define co-design to be a highly-facilitated, team-based process in which teachers, researchers, and developers work together in defined roles to design an educational innovation, realize the design in one or more prototypes, and evaluate each prototype’s significance for addressing a concrete educational need.“ (Penuel, Roschelle & Shachtman, 2006, S.606)

Der Co-Design-Ansatz hat sich als der effektivste Weg erwiesen, um Lehrer*innen in die Gestaltung neuer Praktiken auf Schulebene einzubeziehen (z. B. Roschelle, Penuel and Shechtman, 2006). Dadurch kann soziale und kollektive Kreativität entstehen, die über die gesamte Spanne eines Designprozesses angewendet wird (Sanders & Stappers, 2008). Co-Designer können z. B. Wissenschaftler, Lehrerausbilder, Lehrer*innen und Spezialisten aus der Industrie sein.

Das Co-Design weist zudem auch große Gemeinsamkeiten mit anderen Designtraditionen auf wie etwa das partizipative Design (z. B. Lee 2008), das lernerzentrierte Design (z. B. Soloway et al., 1994) oder die Co-Creation²¹ (z. B. Prahalad & Ramaswam, 2004). Forschende wie Zamenopolous und Alexiou (2018) betonen daher die entscheidende Rolle von Co-Designern, die etwa bei Designaufgaben helfen und mit einbezogen werden oder die ihr Wissen, ihre Expertise und Gedanken in ganz unterschiedlichen Phasen des Prozesses einbringen können.

Ziele

Das Co-Design wurde entwickelt, damit kollaborativ entwickelte Innovationen auch wirklich in den Unterrichtskontext „passen“ und eingesetzt werden. Entscheidender Faktor, auch im Vergleich zu top-down-Ansätzen in denen Lehrkräfte z.B. Skripte für den Unterricht befolgen, ist daher die kontinuierliche Beteiligung von Lehrkräfte am Entstehungsprozess, die mit Hilfe von Technologie und ihrer alltäglichen Arbeitspraxis in der Schule die Innovation ausgestalten. Als Produkt könnten so z.B. Lehrmaterialien ausgehend von der Bildungswissenschaft (Shrader et al., 2001) entwickelt werden oder Schulmaterialien für Bewertungskontexte aus den Naturwissenschaften (Atkin, 2001; Edelson, 2002) entstehen.

Merkmale

²¹ Co-Creation meint das gegenseitige Lernen aller beteiligten Akteure in einem gemeinsamen (Design-) Prozess mit der Entwicklung eines Produkts, Dienstleistung oder Systems (Gazulla, 2020).

Obwohl der Prozess des Co-Designs ganz unterschiedlich gestaltet sein kann, verbindet dieser Prozess einige zentrale Merkmale (siehe Tabelle):

Tabelle 5. Charakteristika von Co-Design Forschung im Bildungsbereich (Adaptiert nach Penual, Roschelle & Shechtman, 2006)

Co-Design Charakteristikum	Beschreibung des Co-Design Charakteristikums
Konkrete, greifbare Innovationsherausforderung aus der Praxis	Eine konkrete, greifbare Innovationsherausforderung aus der Praxis wird als Arbeitsgegenstand angenommen, um damit selber eine greifbare Innovation zu schaffen.
„Bestandsaufnahme“ in der Praxis	Es beginnt mit einer „Bestandsaufnahme“ zum aktuellen Stand in der Praxis und dem Unterrichtskontext, indem Merkmale des Kontextes, der Schüler und ihre Gemeinschaft oder lokale Besonderheiten notiert werden.
Flexible Zielgestaltung	Co-Design zeichnet sich durch eine flexible Zielgestaltung aus, weil Lehrervorstellungen sich von den Vorstellungen der Forscher*innen unterscheiden können und so den Prozess maßgeblich beeinflussen. Somit findet kein klassisches Wasserfall-Design statt, sondern vielmehr eine Rapid-Prototyping-Methode mit iterativen Zyklen der Teilnehmenden.
Bootstrapping-Ereignis	Der Co-Design Prozess benötigt eine gemeinsame Erfahrung, ein sogenanntes Bootstrapping-Ereignis, die z.B. eine Klausur oder ein Workshop sein kann und bei dem alle ihre Anforderungen an die Innovation mitteilen können, sodass ein gemeinsames Verständnis für den Arbeitsgegenstand aufkommt.
Abstimmung mit dem Schulzyklus	Ein Co-Design Prozess läuft in enger Abstimmung mit dem Schulzyklus, indem Lehrkräfte zwischen ihren Arbeitszeiten und dem Schulkalender freie Ressourcen zur Verfügung haben.
Starke Moderationsrolle	Ein zentrales Merkmal ist eine starke Moderationsrolle, die klar definiert ist. Diese Moderation benötigt es um alle Akteure stetig bei ihren Aufgaben zu unterstützen.
Zentrale Verantwortlichkeit für die Qualität des Produktes	Es gibt eine zentrale Verantwortlichkeit für die Qualität des Produktes oder der Produkte, die häufig die Forschenden und Kostenträger der Innovation sind.

Grundlegende Vorgehensweise

Hinsichtlich der Vorgehensweise des Co-Designs in der Bildungsforschung gibt es kein allgemeingültiges Vorgehen für alle Ansätze. Vielmehr vereinen diese Forschungsansätze das gemeinsame Ziel oder die beschriebenen Merkmale (Penual, Roschelle & Shechtman, 2006). Der Austausch unter den Teilnehmenden kann über Videoaufzeichnungen, *Concept Maps*, Gruppendiskussionen, Lerntagebüchern, Umfragen, Beobachtungen oder Forschungsaufzeichnungen erfolgen (z.B. Aksela, 2019).

Zu erwarteter Output

Mit Hilfe der Merkmale und dem grundlegenden Vorgehen im Co-Design wird angestrebt eine höhere Qualität der Produkthanforderungen (differenzierteres und zielgerichtetes Produkt) zu erreichen, eine bessere Passung zwischen den Zielen und Bedürfnissen der Teilnehmenden (Nutzen und Effektivität des Produktes sind exakt auf Zielgruppe abgestimmt) durch eine hohe Relevanz für die involvierten Gruppen sowie das explizite Berücksichtigen von den Bedürfnissen und Erfahrungen der Teilnehmenden. Es möchte zudem eine höhere Zufriedenheit der Teilnehmenden durch aktive Teilnahme und Mitbestimmung erreichen. Co-Design fördert damit inklusive und überzeugende Designlösungen für das

anvisierte Problem und verstärkt ein Zusammengehörigkeitsgefühl über verschiedene Disziplinen hinweg durch die stärkere Zusammenarbeit der sonst wenig zusammenwirkenden Gruppen. Durch diese aktive Beteiligung kann dies auch die Motivation sowie Offenheit gegenüber Innovation und Veränderung positiv beeinflussen (Penual, Roschelle & Shachtman, 2006; Bakker, 2018).

Herausforderungen

In Hinblick auf die vielen Chancen und das Potenzial des Co-Design Ansatzes, können auch nach Piirainen, Kolfshoten und Lukosch (2009) fünf zentrale Herausforderungen formuliert werden, die bei der Planung und Durchführung des Co-Design Ansatzes berücksichtigt werden sollten:

- 1) *Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses von dem zu lösenden Problem*
- 2) *Abwägen der Bedürfnisse verschiedener Interessengruppen*
- 3) *Abwägen von Strenge und Relevanz im Prozess*
- 4) *Effektive Organisation der Zusammenarbeit*
- 5) *Schaffung von Eigenverantwortung*

Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass gerade Teilnehmer*innen mit wenig Erfahrung im Co-Design mehr Anleitung benötigen (z. B. Chao, Saj & Hamilton, 2010). Darüber hinaus handelt es sich um einen zeitintensiven Prozess (z.B. Roschelle & Penuel, 2006), es braucht eine gute Vertrauensbasis in das Wissen und die Fähigkeiten der Teilnehmenden aus Sicht der Co-Designer (z. B. Shrader et al, 2001), es sollten klar festgelegte Kriterien vorhanden sein, die einen erfolgreichen Co-Design Prozess definieren, jeder Teilnehmende sollte sich der Ziele, seiner Funktion und dem zu leistenden Beitrag klar sein (Lee, 2008), es sollte eine klare curriculare Verortung vorhanden sein und der Rahmen dieses iterativen Designprozesses sollte frühzeitig gemeinsam ausgearbeitet sein (z.B. z. B. Roschelle & Penuel, 2006).

Einordnung des Co-Design Ansatzes in andere Forschungsbereiche

Der Co-Design Ansatz weist zudem auch viele Verbindungen zu anderen Designansätzen auf: Durch die Fokussierung auf die Lernziele von Lehrkräften lassen sich Parallelen zum wertensensiblen Design ziehen, bei denen der Erfolg eines Produktes an der Erreichung zentraler Werte und Bedürfnisse der Nutzenden abhängt (Friedman, 1996). Die Grundidee das Design für bestimmte Lernkontexte nutzbar zu machen, geht ebenfalls auf szenariobasierte Designprozessen (Carroll, 1995) zurück. Die Grundidee der starken Integrierung von Lehrkräften am Designprozess ist ebenfalls großer Bestandteil im partizipativen Design (Ehn, 1992), was auch bei der Weiterentwicklung von Arbeitsplatztechnologien viel genutzt wurde. Mit dem lernerzentrierten Design teilt es die Annahmen, dass es Werkzeuge benötigt, die eine Motivation für Schüler*innen in vielen Kontexten sein kann (Soloway et al., 1994). Schließlich bleibt ein großer Überschneidungspunkt mit designbasierter Forschung, die ebenfalls Wirkungen der entwickelten Innovation im Bildungsbereich wie der Schule untersuchen (Design-Based Research Collective, 2003). Eine Möglichkeit, um das Bewusstsein für Ungleichheiten im Designprozess zu berücksichtigen zeigt sich in Diskursen um die *Standpunkt-Theorie* (Singer, 2010) und das Einbringen von Grundsätzen im *Design justice* Ansatz (u.a. Sasha Constanza-Chock, 2020). Alle diese Überschneidungen zeigen jedoch, dass die Forschungstradition viel Potenzial in Kooperationsmöglichkeiten und Weiterentwicklungen durch stetige Kommunikation zu Ansätzen der Wissenschaftskommunikation, Naturwissenschaftsdidaktik und weiteren Anwendungsbereichen in der Gesellschaft bereithält.

Das Verbinden von Co-Design und design-based research Ansätzen

Weitere Forschungsansätze wie der von Aksela (2019) zeigen auf, wie auch Design-based Research mit Co-Design verbunden werden kann. Ein Beispiel stellt das LUMA-Programm dar, für das design-based research den Gestaltungsrahmen bot und Co-Design dabei die zentrale Rolle der Gestaltung einnahm,

um die berufliche Weiterentwicklung und das lebenslange Lernen von Lehrkräften zu fördern (Aksela, 2019). Das Ziel bei diesem kombinierten Ansatz mit verschiedenen Akteuren (Schule, Industrie, Wissenschaft) war es eine schülergerechte Lösung für Lernherausforderungen des 21. Jahrhunderts zu entwickeln und diese in allen Schulstufen weiterzuleiten. Dahingehend werden Lehrkräfte als der wichtigste Akteur im Anstoßen von Reformen angesehen (Roschelle & Penuel, 2006), denn diese übernehmen oft keine pädagogischen Konzepte oder innovativen Produkte, die ausschließlich von Forschenden entwickelt wurden (z. B. Juuti & Lavonen, 2006). Vielmehr richten diese den Unterricht nach den eigenen Bedürfnissen aus. Hierfür kann der Co-Design Ansatz dafür sorgen, dass z.B. bei neuesten Forschungserkenntnissen ein gemeinschaftliches Verständnis von dem Problem hervorgerufen wird, die Bereitschaft signalisiert wird auch die eigene Perspektive zu verlassen und eine neue einzunehmen oder die Dynamik sich auf eine neue Gruppe einzulassen entsteht (Orland-Barak & Tillema, 2006).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass besonders das Zusammenbringen von DBR- und Co-Design Ansätzen mit vielen Akteuren ein wertvoller Forschungsbeitrag sein kann, um relevante und neue Praktiken in der Naturwissenschaftsdidaktik zu etablieren, die Lehrer*innen als aktive Akteure, professionell Mitwirkende und Partner*innen neben den fachdidaktisch Forschenden ansehen. Insbesondere der integrierte Co-Design Ansatz kann ein neuer Bildungsansatz für die Lehrerfort- und -weiterbildung darstellen, indem neueste Forschungserkenntnisse der Naturwissenschaft mit einfließen. Bislang gibt es noch wenig fundierte und evidenzbasierte Forschungserkenntnisse, in denen die Rollen der Akteure beschrieben sind sowie ihre Vorteile und Herausforderungen in den einzelnen Schritten dieses Forschungsansatz für die Co-Designer (Aksela, 2019).

IV. DESIDERAT UND FORSCHUNGSLEITENDE FRAGEN

Diese Forschungsarbeit verfolgt das Ziel eines Zusammendenkens theoretischer Forschungsmodelle von Wissenschaftskommunikation und naturwissenschaftlicher Naturwissenschaftsdidaktik, um ein eigenes Forschungsmodell im Kontext von *Science Outreach* Programmen vorzustellen, das stakeholderorientierte und evidenzbasierte Designforschung im Bildungsbereich zusammenführt. Im Zuge dieser Überlegungen beeinflusste das *Modell der didaktischen Rekonstruktion* (nach Kattmann et al., 1997) sowie das *Public Engagement with Science – A Visual Model* (Kendall et al., 2022) zentral die theoretischen Überlegungen zum eigenen Modellentwurf (siehe Abbildung 17).

Theoretische Einflüsse zum eigenen Modellentwurf

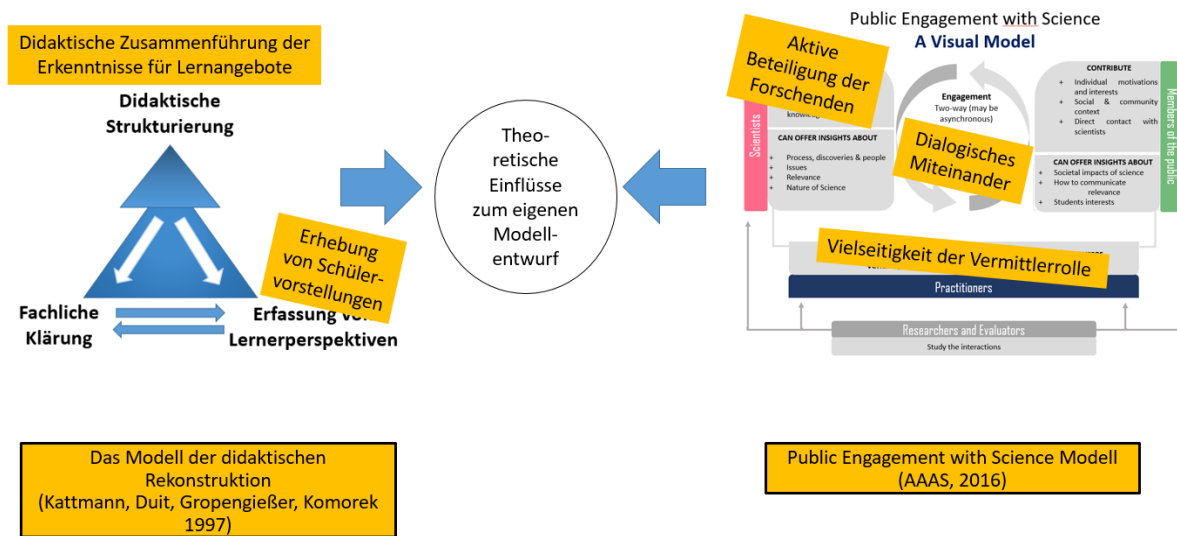


Abbildung 17. Theoretische Einflüsse zum selbst entwickelten Modell

Hinsichtlich des etablierten *Modells der didaktischen Rekonstruktion* (Kattmann et al., 1997) in der fachdidaktischen Forschung (siehe Kapitel 1.3.2 im Theoretischen Hintergrund) zeigten sich Gemeinsamkeiten bezogen auf das Ansprechen von Schüler*innen als Zielgruppe und der fachlichen Klärung durch wissenschaftliche Erkenntnisse. Zusätzlich wurden diese Einflüsse durch eine didaktische Zusammenführung in Designrichtlinien überführt und in ein Lernangebot umgesetzt. Eine Gemeinsamkeit bestand zudem in dem Arbeiten und Erheben von Schülervorstellungen zu einem aktuellen, wissenschaftlichen Thema. Jedoch zeigen sich Unterschiede in der Einbeziehung von Wissenschaftler*innen aufgrund eines interdisziplinären und aktuellen Forschungsgegenstandes, der ein aktives Aushandeln der zu vermittelnden Inhalte zuließ. Weitere Unterschiede werden in der Vielseitigkeit der Vermittlungsrolle durch *Practitioners* sowie *Researchers* und *Evaluators* und das dialogische Verständnis zwischen Zielgruppe und Kommunizierenden deutlich. Bezogen auf diese angesprochenen Aspekte diente das Engagement-Modell (Kendall et al., 2022) als Orientierung zum selbst entwickelten Modellansatz. Diese benannten Einflüsse beider Modelle sind in ein eigens entwickeltes Forschungsmodell eingeflossen, das systematisch, stakeholderorientiert und evidenzbasiert zur Verbesserung von *Science Outreach* Programmen beitragen möchte. Zentral für das Forschungsmodell ist die evidenzbasierte Transformation eines unidirektionalen Kommunikationsformates von *Science Outreach* Programmen in ein dialogisches oder in Ansätzen partizipatives Verständnis in der Interaktion von Wissenschaft und Schule. Das vorzustellende Kommunikationsmodell erhebt daher den Anspruch, ein universelles Mo-

dell für vielfältige *Science Outreach* Programme zu sein und könnte weitergehend als Inspiration, Anleitung oder Forschungsansatz für andere Veranstaltungen in diesem Bereich dienen (siehe Abbildung 18):

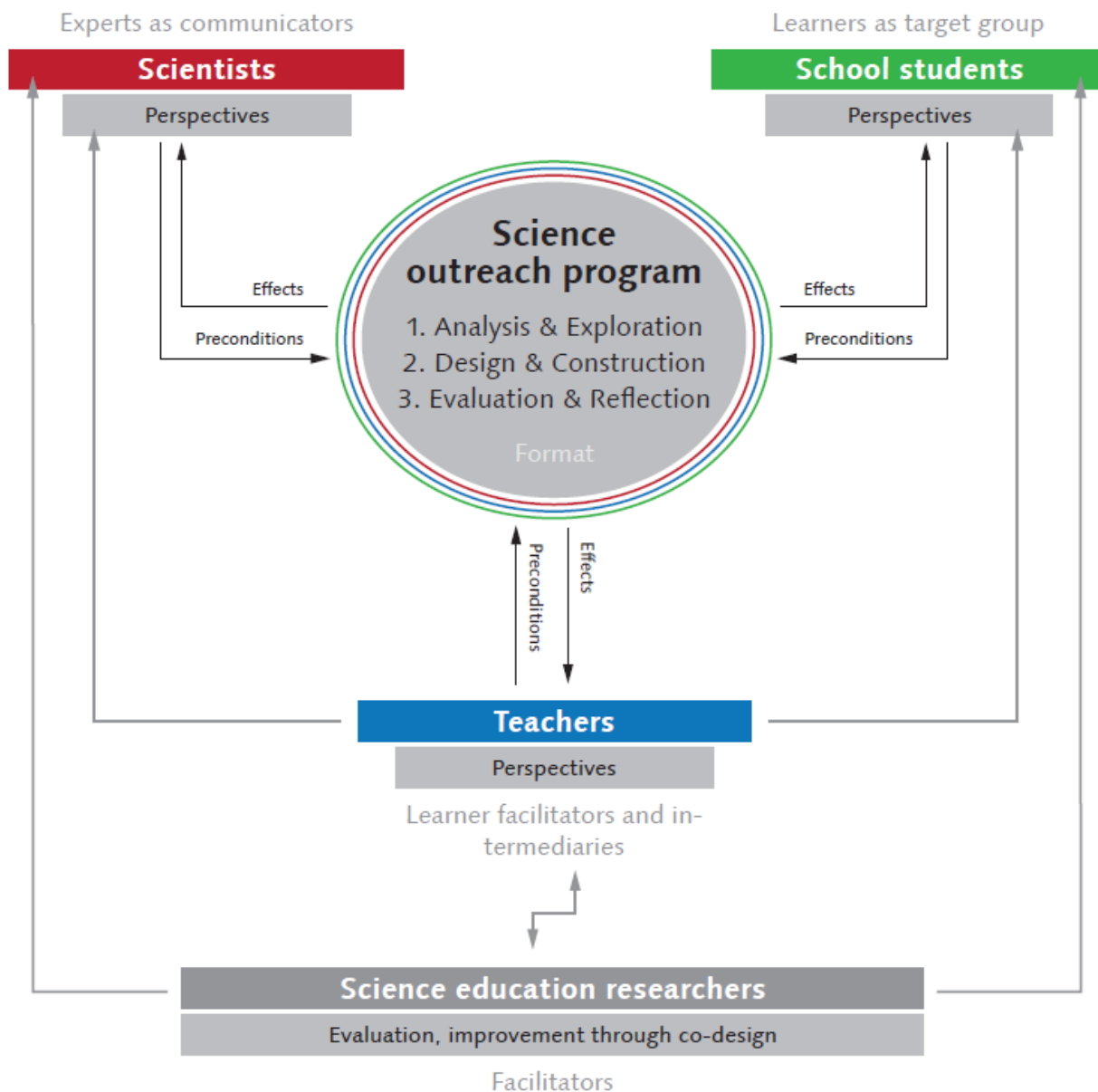


Abbildung 18. Das vier-Perspektiven-Modell einer evidenzbasierten und stakeholderorientierte Wissenschaftskommunikation

Zentraler Bestandteil des Modells ist das Format des *Science Outreach* Programms. Dieses Format wird direkt von den drei Perspektiven (Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen) und indirekt von der Perspektive der fachdidaktisch Forschenden beeinflusst. Auf visueller Ebene wird der Einfluss der Teilnehmenden durch die farbigen Kreise rund um das *Science Outreach* Programm veranschaulicht. Das Modell gliedert sich beim mittleren Kreis zu „science outreach program“ in drei Schritte: 1. Analyse und Exploration („analysis & exploration“), 2. Design und Konstruktion („design & construction“) sowie 3. Evaluation und Reflexion (evaluation & reflection“). Diese drei Schritte sind dem methodischen Vorgehen der Designforschung (hier nach McKenney & Reeves, 2012) angelehnt und werden nachfolgend im Desiderat noch beschrieben.

Auf der inhaltlichen Ebene wird der Einfluss der Teilnehmenden auf das *Science Outreach* Programm durch die Eingangsvoraussetzungen „preconditions“ der verschiedenen Teilnehmergruppen deutlich wie z.B. ihre Interessen, Vorwissen oder Ziele. Umgekehrt die Auswirkungen von dem Programm auf die Teilnehmenden wird durch den Pfeil der „effects“ deutlich gemacht und meint z.B. ein höheres Interesse oder Vertrauen zur Forschung oder ein fundiertes Verständnis zum Gegenstand.

Für die Entwicklung und Sichtbarkeit der vermittelnden Rolle von Naturwissenschaftsdidaktiker*innen ermöglichte insbesondere das oben präsentierte Engagement-Modell (Kendall et al., 2022) eine gute Orientierung, indem die Perspektive „evaluators and researcher“ zur Untersuchung der Wechselwirkungen integriert wurde (siehe Kapitel 1.3.1). In dem Modellansatz dieser Forschungsarbeit wird diese Perspektive durch die Spezifizierung auf den schulischen Kontext durch „science education researchers“ ersetzt, die Aufgaben wie Vermittlung, Übersetzung und Evaluierung von Schritten im *Science Outreach* Program übernehmen und gleichzeitig die Verbesserung der Veranstaltung durch Partizipation aller beteiligten Akteure anstrebt. Mit Hilfe dieser vierten Perspektive kann sichergestellt werden, dass die Kommunikation zwischen den anderen drei Perspektiven dieses Modellansatzes erfolgreich durchgeführt wird oder gegebenenfalls an Stellen neu ausgerichtet werden muss.

Weiterführend könnte der verbrückende Modellansatz auch stärkere Kooperationen im interdisziplinären Miteinander entstehen, indem gemeinsame Daten für die Forschung genutzt werden, Erfahrungen in der erfolgreichen Kommunikation mit der Gesellschaft ausgetauscht werden oder kollaborative Forschungsprogramme katalysiert werden (Baram-Tsabari & Osborne, 2015; Kendall et al., 2022).

Praktische Umsetzung des Modells im eigenen Forschungsvorhaben

Das eigens entwickelte Forschungsmodell ist verbrückend zwischen der Literatur aus Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik durch *Science Outreach* angesiedelt, indem das Modell auf den Darwintag an der Kieler Universität (siehe Kapitel 2) als Beispiel eines *Science-Outreach* Formates angewendet wird. Der Darwintag als universitäre Vortragsveranstaltung ist ein etabliertes *Science Outreach* Event an der Kieler Universität, das die Interaktion zwischen Vertretern aus Schule und Wissenschaft fördert. Zudem gehören universitäre Vortragsveranstaltungen zu den häufigsten *Science Outreach* Formaten an Universitäten. Es wurde aus Sicht der naturwissenschaftlichen Didaktik sowie weiteren der Wissenschaftskommunikation schon vielfach untersucht (z.B. Monroe, 2011; Little, Fogg-Rogers & Sardo, 2022). Dabei stellte sich aus übergeordneter Sicht konkret für das Forschungsvorhaben die folgende Forschungsfrage:

Wie können komplexe und interdisziplinäre Forschungsinhalte in authentischer Art und Weise in *Science Outreach*-Angebote überführt werden?

Um eine evidenzbasierte Antwort auf diese Frage zu erhalten, ist die Arbeit durch zwei zentrale Schwerpunkte gekennzeichnet: Das Zusammenbringen von *Design* und *Forschung* durch die Berücksichtigung der drei Perspektiven von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen bei *Science Outreach*-Veranstaltungen wie den Kieler Darwintag mit einer zentralen, fachdidaktischen Vermittlungsposition. Um über moderne und interdisziplinäre Forschung in Austausch zu kommen, wird das Thema der Metaorganismus-Forschung als Teilaspekt oder übergeordnetes Thema durch den Darwintag der letzten vier Jahre repräsentiert. Sowohl der Fokus als auch die Veranstaltung sind für die praktische Anwendung des Modellansatzes und die gewonnen Erkenntnisse austauschbar und dienen hier als Beispiel für die Anwendung des theoretischen Ansatzes in der Praxis zur systematischen Untersuchung von *Science Outreach* Programmen.

Zusammenfassend soll mit Hilfe der Forschungsarbeit ein wichtiger Forschungsbeitrag geleistet werden, die Forschungsfelder der Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation sowohl theoretisch durch z.B. das selbst entwickelte Modell mit den Einflüssen aus beiden Bereichen als auch praktisch durch die systematische und längerfristige Begleitung des Darwintages an der CAU Kiel zu vernetzen. Diese Forschungsarbeit ordnet sich sowohl zwischen den beiden Bereichen der Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik ein und zeichnet sich durch einen interdisziplinären Forschungsansatz aus, wie es vor dieser Arbeit auch schon Dissertationen etwa von Kapitza (2020) oder Sattelkau (2021) in Ansätzen verdeutlicht haben (siehe Abbildung 19). Aus diesem Forschungsrahmen ergeben sich die nachfolgenden konkreten Forschungsfragen für die drei Forschungsphasen der Arbeit.

Forschungsfragen und Hypothesen

Im diesem Kapitel werden die aus der Zielsetzung entwickelten Forschungsfragen und Hypothesen formuliert, die nach den drei Phasen des DBR (adaptiert nach McKenney & Reeves, 2012) gegliedert sind und aufeinander aufbauen:

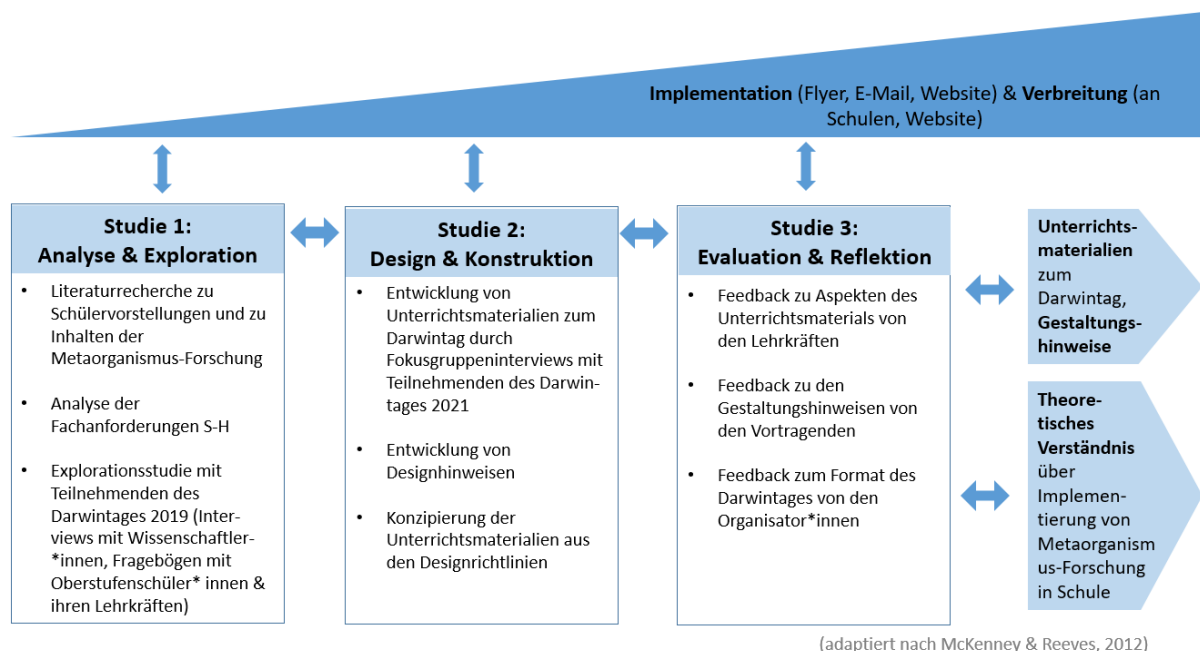


Abbildung 19. Adaptiertes Design-based Research Vorgehen nach dem Modell von McKenney und Reeves, 2012

Auf übergeordneter Ebene wurden die folgenden Forschungsfragen formuliert und leiteten die drei Studien:

Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich für die übergeordnete Vermittlungsrolle im iterativen Designprozess?

Diese Frage umfasst z.B. Aspekte wie die Art und Zufriedenheit der Einbeziehung von Forschenden, Lehrenden und Lernenden aus einer Meta-Perspektive.

Welche Funktionen der Vermittlung kann forschungsbasierte und stakeholderorientierte Wissenschaftskommunikation bei einem Science Outreach Programm wie dem Darwintag an der CAU Kiel einnehmen?

Darauf bezogen wurde dieser Aspekt in Hinblick auf 12 Kernkompetenzen einer effektiven Wissenschaftskommunikation nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) präzisiert:

Inwieweit führt die Umsetzung der Funktionen zur Vermittlung zu einer Weiterentwicklung des Darwintages als *Science Outreach* Programm im Sinne der Kernkompetenzen effektiver Wissenschaftskommunikation?

Im Folgenden werden nun die Forschungsfragen bezogen auf die einzelnen DBR-Phasen dieser Arbeit präsentiert:

Phase 1: Analyse und Exploration

Die Studie 1 im DBR-Zyklus dieser Arbeit umfasst die „Explorations- und Analysephase“. Hierbei ist das vordergründige Forschungsziel einen detaillierteren Eindruck bezüglich der Bedürfnisse der Teilnehmenden von *Science Outreach*-Veranstaltungen wie den Darwintag zu bekommen. Mit Hilfe dieser Erkenntnisse können zielgerichtet diese Bedürfnisse adressiert werden, um *Science Outreach*-Veranstaltungen systematisch und evidenzbasiert qualitativ verbessern zu können. Im Erkenntnisinteresse liegt dabei mehr über den Wissenserwerb der Teilnehmenden sowie ihre Interessen, Vorstellungen und Hintergründe zu erfahren. Auf Seiten der vermittelnden Lehrkräfte steht im Forschungsfokus, mehr über ihre Interessen eines Besuchs von *Science Outreach*-Veranstaltungen zu erfahren sowie schließlich die Ziele, Interessen und Erfahrungen von Kommunizierenden im *Science Outreach* zu ermitteln. Dabei sind aus fachdidaktischer Forschungsperspektive die Chancen ebenso wichtig wie die Herausforderungen in der Vermittlung dieser Perspektiven, z.B. der Vergleich der Erwartungen mit den Kommunikationszielen, das Annehmen von bereits vorhandenen Outreach-Angeboten oder den kommunikativen Missverständnissen zwischen den Perspektiven. Aus Kommunikatorensicht ergibt sich daraus die folgende Forschungsfrage:

Forschungsfrage 1a: Welche Kommunikationsziele verfolgen Wissenschaftler*innen bei einer universitären Vortragsveranstaltung wie dem Darwintag?

Die entsprechende Hypothese lautet, dass Ziele, die sich auf die Information von Schüler*innen über die laufende Wissenschaft innerhalb des SFB beziehen, aufgrund der Verbindung zum SFB als wichtig identifiziert werden. Zudem soll ermittelt werden, ob sich diese Erkenntnisse in erster Linie auf die inhaltlichen Bereiche der Vorträge oder auf die Methoden der zugrundeliegenden Untersuchungen beziehen.

Die zweite Forschungsfrage bezieht sich dahingehend auf die Zielgruppe:

Forschungsfrage 1b: Welche Erwartungen haben Oberstufenschüler*innen und ihre Lehrenden beim Besuch einer universitären Vortragsveranstaltung wie dem Darwintag?

Hier lautet eine Hypothese, dass auch Schüler*innen und Lehrende erwarten, Einblicke in authentische wissenschaftliche Erkenntnisse und Vorgehensweisen zu erhalten, wie es in der Literatur heißt (Garner & Eilks, 2015). Unklar ist jedoch, welche Erwartung am stärksten ist und ob die Erwartungen der Schüler*innen und Lehrkräfte sich ähneln oder wo diese auseinander gehen.

Darüber hinaus ergeben sich noch weitere Forschungsfragen für die erste Phase. Zum einen betrifft dies die curriculare Anbindung des Themas der Metaorganismus-Forschung:

Forschungsfrage 1c: Inwiefern binden Lehrkräfte bereits zur Verfügung gestelltes Unterrichtsmaterial zum Darwintag tatsächlich in ihrem Regelunterricht zur Vor- und Nachbereitung ein?

Diese Frage gibt einen Eindruck darüber, ob und inwiefern Lehrkräfte den Darwintag in ihren Regelunterricht einbauen. Literatur etwa von DeWitt und Storksdieck (2008) oder Lee, Stern & Powell (2020)

zeigen dahingehend besonders mittelfristige und längerfristige Effekte für die Zielgruppe, wenn außerschulische Lernorte in den Regelunterricht eingebettet werden und nicht als Event für sich allein betrachtet werden.

Forschungsfrage 1d: Inwieweit lässt sich das übergeordnete Darwintag-Thema der Metaorganismus-Forschung in den curricularen Vorgaben im Fach Biologie (Sekundarstufe 1 und 2) des Landes Schleswig-Holstein verorten?

Diese Forschungsfrage setzt an die Integration von neuesten Forschungserkenntnissen der Metaorganismus-Forschung in die strukturellen Rahmenbedingungen der Schule an. Daraus ergab sich zudem die nachfolgende Forschungsfrage.

Phase 2: Design und Konstruktion

Die nächste Phase im Modell umfasst die "Design und Konstruktion". Nachdem die Erwartungen und Kommunikationsziele der drei interagierenden Gruppen ersichtlich wurden, geht es in der zweiten Phase um die Umsetzung dieser Erkenntnisse durch Produkte oder Prozesse von *Science Outreach*. Da das zu vermittelnde Thema der Metaorganismus-Forschung bislang explizit wenig in den Schulalltag Einzug erhalten hat, aber laut den Forschenden von enormer Bedeutung ist, wird die Frage gestellt, welche Inhalte dieser Forschung besonders wichtig zu vermitteln sind und wie dies von der Zielgruppe beurteilt wird. Konkret lautet die Forschungsfrage wie folgt:

Forschungsfrage 2.1: Welche inhaltlichen Konzepte bezogen auf Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen und forschungsmethodischen Konzepte bezogen auf *Nature of Science*-Modelle lassen sich in den drei befragten Gruppen (Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Oberstufenschüler*innen) finden?

Das fachdidaktische Forschungsziel ist durch die vermittelnde Rolle zwischen Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen zu erfahren, welche Vorstellungen zur Metaorganismus-Forschung vorhanden sind. Obwohl es viele Schülervorstellungen zum Thema der Mikroorganismen (z.B. Byrne, 2011; Unger, 2019) oder *Nature of Science* Aspekten bei Schüler*innen (z.B. Grygier, 2008; Höttecke & Hopf, 2018) gibt, existiert fast keine Literatur zu Schülervorstellungen im Bereich der Metaorganismus-Forschung sowie den Arbeits- und Denkweisen der modernen und interdisziplinären Arbeitsweise in der Metaorganismus-Forschung.

Forschungsfrage 2.2: Inwieweit liegen Überschneidungen und Unterschiede zwischen den Konzepten der drei befragten Gruppen (Oberstufenschüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen) vor und wie können diese in verbrückende Designrichtlinien für das zu entwickelnde Unterrichtsmaterial zum Darwintag eingehen?

Die Erhebung möchte zum einen die Überschneidungen für das zu entwickelnde Unterrichtsmaterial nutzen und umsetzen sowie insbesondere nach unterschiedlichen "Deutungsräumen" suchen, indem Schüler*innen und Lehrer*innen vermeintlich gemeinsame Vorstellungen zu einem Thema haben, aber diese sich z.B. auf unterschiedlicher Ebene begegnen und an diesen Stellen die Vermittlungsrolle Übersetzungsarbeit oder einen Konsens herstellen kann.

Phase 3: Evaluation & Reflektion

Die letzte Phase dieser Arbeit umfasst eine Reflektion der Ergebnisse. Die entwickelten Produkte und Prozesse sollen nun einer Beurteilung der Teilnehmenden unterzogen werden. Auf Grundlage von Interviews wird sich an dieser Stelle einerseits vor allem auf Wissenschaftler*innen als Kommunikatoren fokussiert und andererseits vor allem auf die schulischen Vermittler*innen der Lehrkräfte. Die Untersuchung der Schüler*innen wird durch eine begleitende Masterarbeit hinsichtlich der Wirksamkeit der Intervention ausgelagert. Die Verlagerung des Forschungsfokus über klassische Konstrukte der Lehr-Lern-Forschung wie z.B. Wirksamkeitsstudien zum fachlichen Lernen in Formaten der Wissenschaftskommunikation empfehlen dahingehend auch Forschende wie Bromme und Kienhues (2014). Hieraus ergeben sich im speziellen zwei Forschungsfragen:

Forschungsfrage 3.1: Inwiefern berücksichtigen die vortragenden Wissenschaftler*innen die Gestaltungshinweise zum Darwintag 2022 in ihren Vorträgen?

Die in Studie 2 entwickelten Gestaltungshinweise zum Darwintag sind in dieser Phase der Forschungsarbeit von Forschungsinteresse. Es werden die Daten für die Überprüfung der Annahme genutzt, ob und inwiefern die Gestaltungshinweise für die Vortragenden auch in den erstellten Folien der letzten Darwintage und in den Äußerungen der interviewten Wissenschaftler*innen wiederzufinden sind.

Forschungsfrage 3.2: Welche Gründe nennen die Lehrkräfte, dass iterativ designte Unterrichtsmaterial im Rahmen des Darwintages 2022 einzusetzen?

Hinsichtlich der Lehrkräfte wurden die Erkenntnisse der Studie 2 in Unterrichtsmaterialien sowie eine Lehrerhandreichung zur Integration der Materialien in den Schulunterricht einbezogen. Es werden die Daten für die Überprüfung der Annahme genutzt, dass diese Handreichung für Lehrkräfte und das dazugehörige Material als hilfreich empfunden wird, aktuelle Forschungserkenntnisse effizienter in den Regelunterricht zu überführen. Hierfür wird im ersten Schritt nach Gründen gesucht, das Material in den Unterricht einzubinden.

Zusammenfassend lässt sich das methodische Vorgehen durch die nachfolgende Abbildung 20 beschreiben.

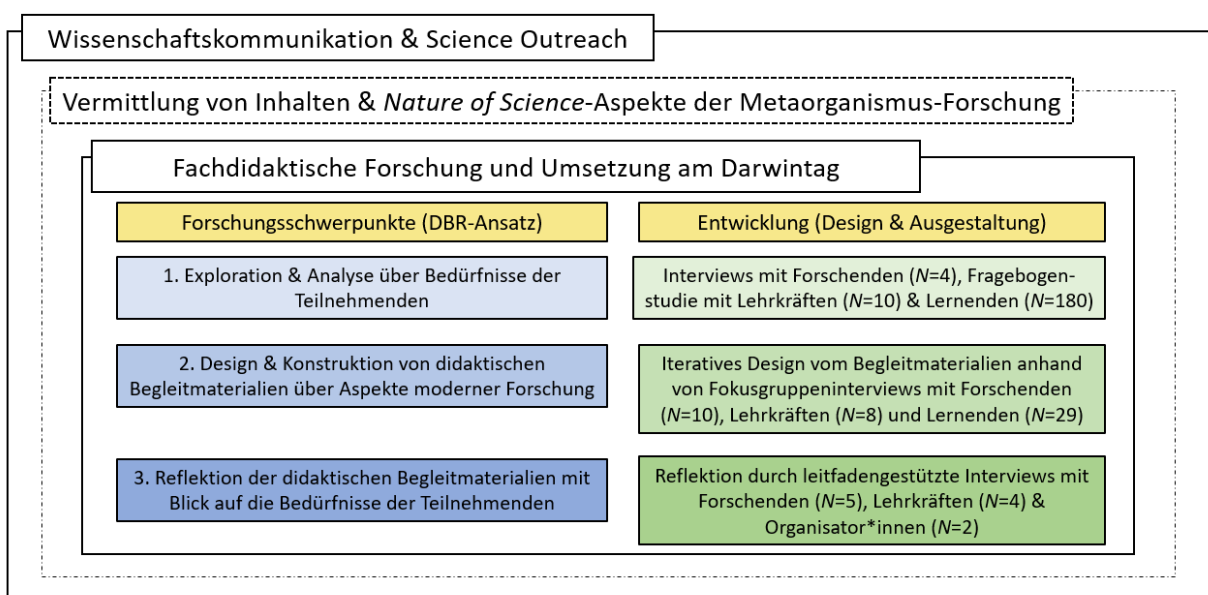


Abbildung 20. Aufbau und Zusammenhänge der Promotionsarbeit.

Zusammenfassend lässt sich die Forschungsarbeit im Forschungsfeld der Wissenschaftskommunikation und *Science Outreach* ansiedeln (äußerer Rahmen), indem die zielgruppenspezifische Vermittlung von neuesten Forschungsinhalten und *Nature of Science*-Aspekten der interdisziplinären Metaorganismus-Forschung angestrebt wird (gestrichelter Rahmen). Diesem Ziel liegt die fachdidaktische Forschung anhand des Darwintages der CAU Kiel (innerer Rahmen) zu Grunde, indem drei Phasen des DBR-Ansatzes (linke blaue Kästchen) durchgeführt und mittels quantitativer und qualitativer Forschung (rechte Kästchen) begleitet werden: 1. Analyse und Exploration (hell blauer Kasten) mittels Interviews mit Kommunikator*innen des Darwintages und eine Fragebogenstudie der Zielgruppe (rechte Seite, hellgrüner Kasten), 2. Design und Konstruktion (mittelblauer Kasten) mittels Fokusgruppeninterviews mit Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen, Schüler*innen (mittelgrüner Kasten) sowie anschließend eine Reflektionsphase (dunkelblauer Kasten) mit Interviews von Wissenschaftler*innen und Lehrer*innen (dunkelgrüner Kasten). Das fachdidaktische Forschungsziel ist es somit, mehr Erkenntnisse über das Zusammenwirken der vielen Perspektiven zu sammeln und welche Funktionen die fachdidaktische Vermittlerposition für ein effektives und effizientes Science Outreach Event einnehmen kann.

V.-VII. STUDIEN DER PROMOTIONSARBEIT

Im folgenden Abschnitt der Promotionsarbeit werden die drei nacheinander erhobenen Studien (angelehnt an das *design-based research*) in Hinblick auf ihre Methoden vorgestellt sowie die daraus resultierenden Ergebnisse. Nach jeder Studie wird ein kurzes Fazit gezogen, deren gesamte Ergebnisse schließlich in einer zusammenführenden Diskussion gebündelt werden.

3 Studie 1 – Analyse und Exploration

Im folgenden Kapitel wird die Methode der 1. Studie erläutert, anschließend erfolgt die Ergebnispräsentation sowie das zusammenfassen und diskutieren der Ergebnisse im 1. Fazit. Bestandteile dieser Studie wurden ebenfalls in einem Artikel zusammengeführt, der sich momentan unter Begutachtung befindet: Claussen, C., Enzinger, C., Kremer, K., Schulenburg, H., Parchmann, I. Developing science outreach events based on stakeholders' objectives and expectations – A case study of a lecture day for schools. Paper unter Begutachtung.

3.1 MATERIAL UND METHODEN

Um einen ersten Eindruck über die Voraussetzungen der Teilnehmenden mit ihren Wünschen, Bedürfnissen oder Erwartungen an den Darwintag zu erhalten, sind zum einen leitfadengestützte Interviews mit den kommunizierenden Wissenschaftler*innen des Darwintages gehalten worden. Die weiteren Details zur Erhebung der Interviews mit den kommunizierenden Wissenschaftler*innen werden im Folgenden dargestellt:

3.1.1 Qualitativer Befragungsteil: Interviewstudie mit Wissenschaftlern

Die Interviews dienten vor allem dazu, einen vertieften Eindruck über die Motivation der Teilnahme, die Kommunikationsziele der Vortragenden oder deren Herangehensweise beim Vorbereiten der Vorträge für die Zielgruppe von Oberstufenschüler*innen zu bekommen.

An der Interviewstudie zum Darwintag nahmen vier Wissenschaftler*innen (Professor*innen) teil, die allesamt Evolutionsforscher*innen mit vielen Jahren Erfahrung in der Forschung zu Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen hatten. Das Alter der interviewten Wissenschaftler*innen betrug zwischen 33 und 65 Jahren. Alle vier Interviewten gaben an Erfahrungen in der Öffentlichkeitsarbeit zu haben. Zwei von ihnen schätzten sich als sehr erfahren und zwei von ihnen als weniger erfahren ein.

Datenerhebung im Vorfeld des Darwintages

Die halbstrukturierten Interviews mit den kommunizierenden Wissenschaftler*innen am Darwintag 2019 wurden über einen Zeitraum von drei Wochen vor dem Event gehalten. Die Interviews begannen mit dem Erfragen der individuellen Motivation und Beweggründe sich bei Outreach-Veranstaltungen im Allgemeinen und dem Darwintag im Besonderen zu engagieren. Darauf folgte die Fokussierung ihrer Kommunikationsziele zum Darwintag 2019. Die Interviewten wurden gefragt, welche Ziele sie für ihren Vortrag am Darwintag bei der Zielgruppe anstreben, welches Ziel ihnen besonders wichtig ist zu erreichen und welche Taktiken sie verfolgen, um diese Ziele bestmöglich erreichen zu können. Die weiteren Fragen im Interview umfassten vornehmlich die Strukturierung der einzelnen Teile des Vortrags in Hinblick auf die Zielgruppe sowie mögliche Kommunikationsherausforderungen bei dieser Anpassung. Abschließend wurde darauf eingegangen, wie moderne Forschung noch besser in Bildungseinrichtungen wie Schulen vermittelt werden kann.

Die Interviews dauerten durchschnittlich 25-30 Minuten und wurden in deutscher Sprache durchgeführt. Im Vorfeld des Interviews stimmten alle Teilnehmenden einer Audioaufzeichnung sowie der anonymen Verwendung ihrer Daten für weitere Forschungsvorhaben zu.

Datenanalyse mittels qualitativer Inhaltsanalyse

Nach Beendigung der Interviews wurden die Audioaufnahmen von der Doktorandin oder weiteren Hilfskräften transkribiert (siehe Transkriptionsregeln im Anhang C) und anschließend mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse analysiert. Hierbei war die systematische Behandlung (strenge Regelgeleitetheit, Kommunikationseinbettung, Gütekriterien) des Datenmaterials das Ziel, bei der ein schrittweises Vorgehen hilft keine vorschnellen Quantifizierungen beim Material vorzunehmen (Mayring, 2015; Krüger & Riemeier, 2014). Mayring (2015) unterscheidet bei der qualitativen Analyse allgemein nach vier Unterformen: die Induktive Kategorienbildung, die Explizierende Inhaltsanalyse, die strukturierende Inhaltsanalyse und die zusammenfassende Inhaltsanalyse. Für die Datenanalyse der ersten Studie wurde ein Mischverfahren aus einem deduktiven Vorgehen mit Bildung induktiver Kategorien im Rahmen der strukturierenden Inhaltsanalyse gewählt (siehe Abbildung 21). Im ersten Kodierungsschritt wurden die Transkriptionsdaten den aus der Theorie abgeleiteten, deduktiven Kategorien zugeordnet. Hierfür dienen die Kategorisierungen nach der Typologie von Dudo und Besley (2016) als Fundament meiner Analyse, das eine grobe Kategorisierung der Kommunikationsziele der Vortragenden zum Darwinstag zuließ. Bei der weiteren Analyse des Datenmaterials wurden induktiv nach weiteren Kategoriedifferenzierungen hinzugefügt. Der Analyseprozess mit den weiterführenden Kategorisierungen wurde von zwei Kodierern geleitet, die sich bei Unstimmigkeiten iterativ damit auseinandergesetzt haben bis eine Kompromisslösung gefunden wurde. Die Transkriptionsdaten wurden hierfür mehrere Male durchlaufen.

Ablaufmodell strukturierender Inhaltsanalyse



Abbildung 21. Adaptiertes Ablaufmodell strukturierender Inhaltsanalyse mit deduktiv-induktiven Vorgehen nach Mayring (2015)

3.1.2 Quantitativer Befragungsteil: Schulbefragung (Schüler*innen & Lehrer*innen)

Stichprobe zur Zielgruppe

Die teilnehmenden Schüler*innen ($N=180$; 47% weiblich, 0,6% divers) waren zwischen 14 und 20 Jahren alt (Durchschnittsalter=16,91, $SD=1,14$) und besuchten die Klassen 10 bis 13 der Oberstufe an Gymnasien und Gemeinschaftsschulen in Schleswig-Holstein. Die Befragung zum Darwintag fand zwischen November 2019 bis März 2020 während des regulären Schulunterrichtes statt. An der Studie nahmen nur Schüler*innen teil, die sich auch für den Darwintag im November 2019 angemeldet hatten und teilnahmen. Unter den teilnehmenden Schüler*innen gaben mehr als die Hälfte an, dass sie in der Oberstufe einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt bei der Profilwahl haben.

Zusätzlich zur Befragung der Oberstufenschüler*innen wurden mit einer niedrigen Stichprobengröße ebenfalls die begleitenden Lehrkräfte zum Darwintag 2019 ($N=10$; 30% weiblich) befragt. Diese waren zum Zeitpunkt der Befragung zwischen 27 und 56 Jahre alt (Durchschnittsalter=38,50; $SD=8,34$). Von den 10 Lehrkräften unterrichteten 7 Lehrkräfte das Unterrichtsfach Biologie am Gymnasium und 3 von 10 Biologie dieses an der Gemeinschaftsschule. Unter den Befragten nahm ein Drittel das erste Mal am Darwintag der Kieler Universität teil, ein weiteres Drittel das zweite oder dritte Mal und ein weiteres Drittel besuchte den Darwintag zum 6. Mal oder häufiger.

Datenerhebung im Rahmen des Darwintages

Nach Anmeldung der Lehrkräfte zum Darwintag wurden die Lehrkräfte per E-Mail um die Teilnahme an der Fragebogenstudie mit ihren angemeldeten Klassen gebeten. Bei Einwilligung der Teilnahme aller Beteiligten fand ein persönlicher Besuch der Doktorandin mit geschulten Hilfskräften bei der Klasse statt, die dann den Fragebogen ausfüllten (Lehrkraft und teilnehmende Klasse) und bei Bedarf danach die selbst entwickelte Vorbereitungsstunde zum Darwintag durchliefen. Bei der Post-Befragung wurde hauptsächlich nur der Fragebogen ausgefüllt und nicht die Nachbereitungsstunde durchgeführt. Teilweise wurden die Fragebögen aus zeitlichen Gründen per Post zurückgesendet und die Lehrkräfte führten nach Anweisung der Doktorandin die Befragung selbst durch.

Zur Befragung der Schüler*innen mit ihren begleitenden Lehrkräften wurde jeweils ein Fragebogen entwickelt und vor (Prä und Post-Fragebogen der Schüler*innen, siehe Anhang D) und nach (Fragebogen der Lehrkräfte, siehe Anhang E) dem Darwintag eingesetzt. Die Items der Fragebögen bauen zu großen Teilen auf bestehenden Skalen auf, jedoch wurden spezifische Items zum Darwintag sowie zur Interessenslage zum Themengebiet der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen selbst entwickelt.

Die 40 Items konzentrierten sich auf die Erwartungen an den Darwintag, die hauptsächlich auf der Typologie von Dudo und Besley (2016) basieren. Sie bezogen sich auf die Voraussetzungen wie die Wertkomponente ihres Interesses (adaptiert nach Glowinski, 2007, 7 Items, zwei Optionen (Zustimmung), $\alpha = 0,63 - 0,65$), ihr Interesse an Biologie (adaptiert nach Rakoczy, Buff & Lipowsky, 2005; 8 Items, 4-Punkte-Likert-Skala, $\alpha = 0,89 - 0,99$), am außerschulischen Lernen (adaptiert nach Knogler et al, 2015, 6 Items, 4-Punkt-Likert-Skala, $\alpha = 0,92$) und im Forschungsbereich der Wirt-Mikroben-Interaktionen (selbst entwickelt, 15 Items, 4-Punkt-Likert-Skala) sowie das Vertrauen in die Wissenschaft und Wissenschaftler (adaptiert nach Nadelson et al., 2014, 5 Items, 5-Punkt-Likert-Skala, $\alpha = 0,65 - 0,79$). Darüber hinaus wurden Alter, Geschlecht, Schulform, Klassenstufe, ausgewählte Profile in der Oberstufe und Noten in naturwissenschaftlichen Fächern erfragt (siehe Anhang D). Das Ausfüllen des der Schülerfragebögen dauerte im Durchschnitt jeweils 20-25 Minuten.

Der Lehrerfragebogen umfasste 27 Items, die sich mit den Erwartungen an den Darwintag in Bezug auf ihre Wertkomponente der Interessen (in Anlehnung an Glowinski, 2007, 6 Items (1 ausgeschlossen), zwei Optionen (Zustimmung), $\alpha = 0,63 - 0,65$), Gründe für die Teilnahme sowie Bewertungsfragen zur Veranstaltung und zum begleitenden Unterrichtsmaterial konzentrierten. Die Items zu den Erwartungen an den Darwintag aus Lehrerperspektive wurde im Abgleich mit den Items der Schüler*innen nach

Glowinski (2007) formuliert, sodass ein direkter Vergleich beider Befragungsgruppen möglich ist. Des Weiteren wurde nach dem Alter, der unterrichteten Schulart, dem Geschlecht, der Dauer ihrer Lehrertätigkeit sowie den unterrichteten Fächern in Kombination mit der Anzahl an Wochenstunden unterrichteter Biologiestunden gefragt. Das Ausfüllen der Lehrerfragebögen dauerte im Durchschnitt jeweils 20 Minuten.

Datenanalyse mittels SPSS

Die Fragebögen wurden zuerst manuell abgetippt und in verschiedene Excel-Tabelle überführt. Bei der Analyse der Daten kann von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden. Für die gesammelten Daten wurden die Mittelwerte und Korrelationen berechnet. Für die Analyse der Erwartungen wurden prozentuale Häufigkeiten berechnet. Um ein differenzierteres Bild der Schüler zu erhalten, wurden zusätzlich Gruppenvergleiche berechnet. Bei der Berechnung der Korrelationen ist von einem zweiseitigen Signifikanzniveau und dem entsprechenden 95%-Konfidenzintervall (CI) ausgegangen. Alle statistischen Analysen wurden mit der Software *SPSS Statistics* (Version 20) durchgeführt.

3.2 ERGEBNISSE

Im folgenden Abschnitt werden die qualitativen und quantitativen Ergebnisse der 1. Studie präsentiert. Als erstes erfolgt die Vorstellung der Ergebnisse aus der ersten Studie zur Analyse und Exploration der teilnehmenden Perspektiven am Darwintag innerhalb des Zyklus im *Design-based Research* (Kapitel 2.3.3). Anschließend erfolgt ein kurzes Fazit über die wichtigsten Erkenntnisse aus den Ergebnissen. Das gleiche Verfahren wird ebenfalls bei Studie 2 zur Design- und Konstruktionsphase im DBR-Zyklus sowie in Studie 3 zur Evaluations- und Reflektionsphase durchgeführt.

3.2.1 Voruntersuchungen zu den Bedürfnissen der Teilnehmenden am Darwintag

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden die Ergebnisse der ersten Studie zur Analyse und Exploration der Bedürfnisse der teilnehmenden Perspektiven von Wissenschaftler*innen, Oberstufenschüler*innen und Lehrer*innen zum Darwintag präsentiert (siehe auch Forschungsfragen in Oberkapitel III). Hierfür werden bei den Wissenschaftler*innen vordergründig die Kommunikationsziele präsentiert sowie ein Ausblick auf die weiteren Ergebnisse der Interviewstudie gegeben. Darauf folgend werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie mit Schüler*innen dargestellt. Dazu gehört das Interesse der Schüler*innen an Themen rund um Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen sowie deren Erwartungen an den Darwintag. Zum Schluss werden die Ergebnisse der Lehrkräftebefragung innerhalb einer Fragebogenstudie zu zwei Messpunkten gegeben. Dazu gehören die Erwartungen der Lehrkräfte an den Darwintag, die Einschätzungen zur Förderung verschieden leistungstarker Schüler*innen sowie dessen Meinung zum begleitenden Unterrichtsmaterial am Darwintag.

3.2.1.1 Kommunikationsziele der Vortragenden zum Darwintag

Die Befragungsergebnisse zeigten, dass alle teilnehmenden Forschenden am häufigsten die Kommunikationsziele "über Wissenschaft informieren", "Botschaften über Wissenschaft maßschneidern" und "die Öffentlichkeit für Wissenschaft begeistern" nannten (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6. Allgemeine Kommunikationsziele von Wissenschaftler*innen für den Darwintag eingeordnet nach der Kategorisierung von Dudo und Besley (2016)²²

Hauptkategorie	Unterkategorie	Ankerbeispiel
Informieren über Wissenschaft (4/4)*	Über wissenschaftliche Erkenntnisse und Konzepte informieren	Ich möchte erreichen, dass die Schüler*innen nach dem Vortrag wissen, dass Gesundheit, damit auch Krankheit, multiorganismisch ist. (W3, Z. 37-38) Ich möchte die Gruppe gerne sensibilisieren für Wirt-Symbiont-Interaktion, also dafür, dass Bakterien ganz wichtig sind für viele verschiedene Organismen. (W5, Z. 20-21)
	Einblicke in wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen geben	Und ich will ihnen zeigen, dass diese moderne Wissenschaft heute doch vieles in Frage stellt, was wir so als gesichert ansehen und dass das Teil eines ganz normalen Prozesses in der Wissenschaft ist, dass nichts in Stein gemeißelt ist, dass Paradigmenwechsel stattfinden. (W3, Z. 112-114)
Begeisterung für Wissenschaft wecken (4/4)	Begeisterung für die uns umgebende Welt wecken	Und ich möchte sie auch dafür sensibilisieren, dass sie bewusst in die Natur schauen und vielleicht ein bisschen mehr Begeisterung bekommen, was für eine Vielfalt uns umgibt. (W5, Z. 21-23)
	Eigene Begeisterung für die Wissenschaft teilen	Dass Wissenschaft spannend ist, dass es neugierig macht und dass hier jemand steht mit grauen Haaren, dem jeden Tag die Wissenschaft immer noch spannend macht. (W3, Z. 115-117)
Vertrauen in die Wissenschaft stärken (2/4)	Wissenschaft transparenter machen	Dass dies [die Wissenschaft] nicht etwas ist, das irgendwo hinter verschlossenen Türen und in irgendwelchen geheimnisvollen Labors passiert, sondern dass die Wissenschaft etwas ist, das für den Fortschritt jeder Gesellschaft entscheidend ist. (W3, Z. 63-65)
	Wissenschaft ein „Gesicht“ geben	Hier steht ein Mensch, eine Dame, ein Herr und der von dieser Wissenschaft berichtet und in hoffentlich authentischer Art und Weise und auch kritische Fragen hoffentlich authentisch, ehrlich und überzeugend oder auch selbstkritisch beantworten kann und damit den jungen Menschen zeigt, dass Wissenschaft von Menschen gemacht wird. (W3, Z. 60-63)
Nachrichten über Wissenschaft anpassen (4/4)	Identifizierung von Kernideen	Ich habe die Überzeugung, (...) dass man ganz, ganz viele Themen, fast unabhängig vom Thema, (einem) Laien-Publikum verständlich machen kann, wenn man versucht es auf das runter zu brechen, was wirklich der Kern ist und die Kernrelevanz ist und das versucht möglichst anschaulich und manchmal etwas witzig und für das entsprechende Publikum zugänglich zu machen. (W5, Z. 196-200)
	Einen Lebensweltbezug herstellen	Ich glaube man muss sich da nochmal mehr als beim wissenschaftlichen Vortrag immer überlegen, was ist wirklich die Signifikanz und wo finden die sich auch wieder. Was haben sie vielleicht schon mal irgendwo gehört? (...) Ich glaube man, man kann am besten die Leute immer kriegen, wenn man irgendwas findet, wo man sagt, das haben die bestimmt schon mal [gehört], das kennen sie. (W2, Z. 94-98)
Verteidigung der Wissenschaft gegen Fehlinformationen (1/4)		Und ich denke, wir befinden uns gerade in einer interessanten Phase, denn ich weiß nicht, inwieweit dies bereits Schulbuchwissen ist, aber es hat auf jeden Fall eine Menge Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit erlangt. Und

²² Die Ergebnisse der Tabelle 8 zu den Kommunikationszielen wurden ebenfalls im Rahmen des folgenden Artikels eingereicht: Claussen, C., Enzingmüller, C., Kremer, K., Schulenburg, H., Parchmann, I. Developing science outreach events based on stakeholders' objectives and expectations – A case study of a lecture day for schools. Paper unter Begutachtung.

		was in der Öffentlichkeit steht, kann diskutiert werden. Und wir [als Wissenschaftler] haben gewissermaßen die Verantwortung, es richtig darzustellen. (W4, Z. 150-156)
--	--	---

*in den Klammern ist die Anzahl der Nennungen von den vortragenden Wissenschaftler*innen zu sehen. Eine Klammer mit (1/4) meint, dass ein Wissenschaftler*in von den vier interviewten Wissenschaftler*innen dieses Ziel zugehörig zu der Kategorie genannt hatte.

Hinsichtlich der Unterkategorien wird aus den Daten ersichtlich, dass die interviewten Wissenschaftler*innen sehr vielfältige Antworten geben, sodass bei den meisten Hauptkategorien mehr als eine Unterkategorie zugeordnet werden kann. Dieses lässt sich zum Beispiel bei der Hauptkategorie „Über Wissenschaft informieren“ erkennen, indem es den Wissenschaftler*innen wichtig ist nicht nur über ihre wissenschaftlichen Inhalte wie Konzepte oder Studien zu reden, sondern dem Zielpublikum ebenfalls Einblicke in den Erkenntnisweg ihrer Forschung geben möchten. Ähnliche Beobachtungen sind ebenfalls in den drei darauffolgenden Kategorien zu sehen. Zu den weniger häufig genannten Kategorien zählt zum einen „Vertrauen in die Wissenschaft stärken“, was nur die Hälfte der Interviewten als Ziel nannte sowie zum anderen „die Verteidigung der Wissenschaft gegen Fehlinformationen“, das nur bei einem Wissenschaftler*in explizit als Kommunikationsziel geäußert wurde. Zur letzten Kategorie konnte deswegen keine weitere Unterkategorie gebildet werden, sodass nur das eine Beispiel hier genannt werden kann.

Bezüglich der Priorisierung der Kommunikationsziele gaben die Vortragenden als wichtigstes Kommunikationsziel für den Darwintag an, Schüler*innen für die Wissenschaft zu begeistern (Vgl. Hauptkriterium 2, 2 Antworten), Vertrauen in den wissenschaftlichen Prozess zu stärken (Vgl. Hauptkriterium 4, 1 Antwort) und das Wissen der Schüler*innen über die den Fachinhalt zu erweitern (Vgl. Hauptkriterium 1, 1 Antwort).

3.2.1.2 Erwartungen der Schüler*innen zum Darwintag

Alle Studierenden gaben im Vorfeld der Veranstaltung an, dass Einblicke in den Erkenntnisweg von Wissenschaftler*innen, der Spaß an der Veranstaltung und das Kennenlernen der Universität als Institution mit über 50 Prozent Zustimmung die drei wichtigsten Faktoren für den Besuch des Darwintages sind (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7. Erwartungen der Schüler*innen gegenüber dem Darwintag an der CAU Kiel²³

Was ist für Sie am Besuch des Darwintages besonders wichtig?	Zustimmung prä (in %)	Zustimmung post (in %)
...dass ich ein tieferes Verständnis erhalte, wie Naturwissenschaftler*innen zu neuen Erkenntnissen kommen.	65,7%	59,4%
....Spaß zu haben.	65,2%	52,6%
...dass ich die Möglichkeit habe, eine Universitätseinrichtung von innen zu sehen.	57,3%	59,4%

²³ Teile dieser Ergebnisse (Tabelle 9) zu den Erwartungen der Schüler*innen (Spalte prä) wurden ebenfalls in dem darauf hingewiesenen Artikel eingereicht.

...dass ich Einblick in den Berufsalltag eines Wissenschaftlers*in bekomme.	48,9%	46,9%
...dass der Unterricht in der Schule ausfällt.	44,4%	42,9%
...dass ich neue Inhalte zur Metaorganismus-Forschung lerne.	43,8%	43,4%
...dass aktuelle Ergebnisse und Themen aus der Forschung einen hohen Alltagsbezug zu meinem Leben haben.	43,3%	36,6%
...der persönliche Kontakt zu Wissenschaftler*innen.	35,4%	39,4%

Weitere Einblicke in den Arbeitsalltag von Wissenschaftler*innen waren für fast die Hälfte der teilnehmenden Schüler*innen wichtig, während andere Aspekte nur für weniger als die Hälfte (> 45%) der Befragten als wichtig empfunden wurden. Die Ergebnisse nach dem Darwintag bestätigen die Prioritäten der Teilnehmenden.

*Gruppenvergleiche zu den Erwartungen der Schüler*innen*

Ein genauerer Blick auf die Verteilung der Antworten nach Geschlecht (männlich vs. weiblich) zeigte, dass die drei wichtigsten Faktoren von männlichen und weiblichen Schüler*innen gleichermaßen genannt wurden (siehe Anhang F für detaillierte Informationen bezüglich der Verteilungen bezogen auf die Gruppenvariablen des Geschlechts und der Profilwahl). Eine unterschiedliche Priorisierung der Faktoren zeigte sich bei den Einblicken in den Arbeitsalltag und dem Interesse an neuen Inhalten zur Metaorganismenforschung. Dieses schien für Schüler in dieser Studie wichtiger zu sein als für die weiblichen Schüler*innen. Stattdessen legten die Studentinnen mehr Wert darauf, keinen Unterricht zu haben. Betrachtet man darüber hinaus die Antworten nach den gewählten Profilen (naturwissenschaftliches vs. nicht-naturwissenschaftliches Profil), so schien es für Schüler*innen des naturwissenschaftlichen Profils wichtiger zu sein, mehr über die Inhalte der Metaorganismenforschung zu erfahren, Einblicke in den beruflichen Alltag zu erhalten oder den Alltagsbezug zu den Themen herzustellen als für die Schüler*innen des nicht-naturwissenschaftlichen Profils. Für die Schüler*innen des nicht-naturwissenschaftlichen Profils schien es wichtiger zu sein, keinen Schulunterricht zu haben und die Universität als Fakultät kennenzulernen als für die Schüler*innen des naturwissenschaftlichen Profils.

*3.2.1.3 Erwartungen der Lehrer*innen an den Darwintag*

Zwei der wichtigsten Aspekte für die Lehrer*innen waren, dass ihre Schüler*innen ein tieferes Verständnis dafür bekommen, wie Wissenschaftler*innen zu neuen Erkenntnissen kommen und dass die Schüler*innen einen Einblick in die tägliche Arbeit von Wissenschaftler*innen erhalten (Tabelle 8).

Tabelle 8. Erwartungen und Bewertungen der Lehrkräfte gegenüber dem Darwintag an der CAU Kiel²⁴

Am Besuch des Darwintages ist für mich besonders wichtig, ...	Zustimmung prä (in %)	Zustimmung post (in %)
...dass meine Schüler*innen ein tieferes Verständnis erhalten, wie Naturwissenschaftler*innen zu neuen Erkenntnissen kommen.	96,0%	90,0%
...dass meine Schüler*innen einen Einblick in den Berufsalltag eines Naturwissenschaftlers*in bekommen.	88,0%	90,0%
...dass meine Schüler*innen persönlichen Kontakt zu Naturwissenschaftlern*innen haben.	86,0%	63,4%
...dass meine Schüler*innen neue Inhalte zur Metaorganismus-Forschung lernen.	78,0%	76,6%
...dass Naturwissenschaftler*innen einen Alltagsbezug eines Naturwissenschaftlers*in herstellen.	76,0%	70,0%
...dass der Darwintag Anknüpfungspunkte zu den Fachanforderungen im Biologieunterricht herstellt.	68,0%	60,0%

Darüber hinaus hielt es die Mehrheit der Lehrer*innen für wichtig, dass ihre Schüler*innen persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler*innen erhalten, neue Inhalte über die Forschung von Darwintag zu lernen und dass die Naturwissenschaftler*innen einen Alltagsbezug zur Lebenswelt der Schüler*innen herstellen. In den Begründungen zur Auswahl der Antworten wird der Darwintag vor allem als Veranstaltung zur Berufsorientierung genutzt, indem „Ängste“ gegenüber der Universität abgebaut werden können und das Interesse an universitären Lernen angeregt werden kann. Mehrere Lehrkräfte betonen insbesondere den Wunsch nach Einblicken in naturwissenschaftliche Forschung und dass dies eben auch auf andere naturwissenschaftliche Bereiche übertragbar ist. In den Bewertungen zum Darwintag zeigten sich außer bei den Einblicken in den Berufsalltag der Wissenschaftler*innen (prä: 88,0%; post= 90%) oft geringfügig, niedrigere Zustimmungswerte. Den stärksten Rückgang bei den Zustimmungswerten zeigte sich bei dem persönlichen Kontakt zu Wissenschaftler*innen mit 22,6%.

3.2.2 WEITERE ERGEBNISSE zur 1. Studie

3.2.2.1 Weitere Interessen der Schüler*innen an der Metaorganismus-Forschung

Auf der Grundlage des Fragebogens äußerten die Schüler ein mittleres Interesse an der Biologie (M=2,38; SD=0,25), an der Erforschung von Metaorganismen (M=2,44, SD=0,50) und auch ein mittleres Interesse an dem außerschulischen Format (M=2,81, SD=0,39) sowie Vertrauen in die Wissenschaft und die Wissenschaftler im Forschungsbereich der Mikroben-Wirt-Interaktionen (M=3,59; SD=0,69).

In der Schülerbefragung vor und nach dem Darwintag wurden die teilnehmenden Schüler*innen außerdem anhand 15 selbst erstellter Items nach ihren persönlichen Interessen im Feld der Metaorganismus-Forschung befragt. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt (siehe Tabelle 9).

²⁴ Teile dieser Ergebnisse (Tabelle 10) zu den Erwartungen der Lehrer*innen (Spalte prä) wurden ebenfalls in dem darauf hingewiesenen Artikel eingereicht.

Tabelle 9. Items zu den Interessen der Schüler*innen hinsichtlich von Themen der Metaorganismus-Forschung

Selbst entwickelte Items zu „Interesse an Metaorganismus-Forschung“	Mittelwerte (4-stufige Likert-Skala)	
	Prä MW (SD)	Post MW (SD)
Wie werden neue Medikamente für den Menschen mit Hilfe der Metaorganismus-Forschung entwickelt (z.B. Schwämme als Wirkstofflieferanten für Medikamente)?	2,91 (0,780)	2,63 (0,869)
Was bedeutet es, wenn von "guten" und "schlechten" Bakterien gesprochen wird?	2,75 (0,787)	2,60 (0,796)
Wie sehen neue Therapiemöglichkeiten mit Bakterien in der medizinischen Anwendung beim Menschen aus (z.B. Fäkaltransplantation)?	2,66 (0,808)	2,56 (0,870)
Welche Interessenskonflikte haben Wirt und Bakterien? z.B. Zur Maximierung ihrer Fitness (z.B. Angepasstheit, Paarungserfolg und Überlebensrate) könnten sich Bakterien z.B. von den Zellen ihrer Wirte ernähren und damit den Wirt schädigen, was auf der anderen Seite die Fitness des Wirtes einschränkt)?	2,63 (0,854)	2,55 (0,879)
Wie können wir durch Infektionsexperimente von Weizen auf Auswirkungen von Krankheit und Immunreaktion des Wirtes schließen?	2,56 (0,867)	2,42 (0,903)
Inwieweit können Computersimulationen von Bakteriengenomen Aufschluss darüber geben, welche Wege Bakterien bei der Besiedlung ihres Wirtes nehmen?	2,51 (0,946)	2,47 (0,942)
Wie baut ein Wirt den spezifischen Satz von Symbionten zusammen, den es zum Überleben braucht, und vermeidet die Mikroorganismen, die ihm schaden könnten?	2,45 (0,981)	2,49 (0,976)
Inwieweit verfügt jeder Organismus über ein einzigartiges und unverwechselbares Profil an Bakteriengesellschaften?	2,48 (0,847)	2,43 (0,955)
Inwieweit beeinflussen Mikroorganismen das Fortpflanzungsvermögen ihres Wirtes (Fitness des Wirtes als möglicher Einflussfaktor)?	2,49 (0,895)	2,41 (0,837)
Wie kommunizieren Wirt und seine Mikroorganismen auf molekularer Ebene miteinander?	2,45 (1,012)	2,37 (0,978)
Welche genetischen Mechanismen bestimmen eine erfolgreiche Bakterienbesiedlung des Wirtes?	2,25 (0,806)	2,26 (0,832)
Wie können wir durch Tierversuche mit keimfreien Mäusen mehr über das Funktionieren von Metaorganismen erfahren?	2,24 (0,989)	2,18 (0,891)
Inwieweit können analytische und rechnerische Modelle dazu dienen, die Zeit einer Neubesiedlung oder dem Ende einer Bakteriengesellschaft in einem Wirt zu berechnen?	2,12 (0,970)	2,07 (0,905)
Welche unterschiedlichen Mikroorganismen bewohnen den Darm?	2,11 (0,766)	2,14 (0,872)
Wie können wir durch mathematische Modellierung von Datensätzen Vorhersagen zum Funktionieren von Metaorganismen treffen?	2,06 (1,001)	1,95 (0,941)

Für die Schüler*innen am interessantesten (1. Priorität) erscheint die Medikamentenherstellung für den Menschen durch Schwämme. Ebenso mit am interessantesten (2. Priorität) erscheinen Inhalte

über die Bedeutung von „guten“ und „schlechten“ Bakterien sowie neue Therapiemöglichkeiten mit Bakterien wie die Fäkaltransplantation (3. Priorität). Im oberen Drittel der Interessensskala sind auch mögliche Interessenskonflikte zwischen Wirt und Bakterien sowie Infektionsexperimente mit Weizen zur Immunantwort des Wirtes (4. und 5. Priorität). Zum mittleren Interesse für die Schüler*innen zählen Computersimulationen von Bakteriengenomen (6. Priorität), das Zusammenspiel von Symbionten in einem Wirt (Selektion/Schädlinge) (7. Priorität) sowie die Einzigartigkeit und Unverwechselbarkeit von Bakterien in Wirten (8. Priorität). Noch im mittleren Interessenfeld, aber wohl eher weniger interessant für die Schüler*innen sind die Einflüsse von Mikroorganismen wie Bakterien auf die Fortpflanzung ihres Wirtes (9. Priorität) sowie die molekulare Kommunikation zwischen Wirt und seinen Mikroorganismen wie Bakterien (10. Priorität). Im letzten Drittel der Items zum Interesse sind vor allem genetische Mechanismen zur erfolgreichen Bakterienbesiedlung des Wirtes (11. Priorität) sowie die Funktion von Metaorganismen mit Hilfe keimfreier Mäuse in Tierversuchen (12. Priorität). Zu den uninteressantesten Items für die teilnehmenden Schüler*innen zählen rechnerische Modelle zur Bestimmung der Zeit einer Bakterienneubesiedlung (13. Priorität) sowie die unterschiedlichen Mikroorganismen wie Bakterien im Darm (14. Priorität). Am uninteressantesten erscheinen für die Schüler*innen mathematische Modellierungen zum Vorhersagen des Funktionierens von Metaorganismen (15. Priorität). In der Postbefragung ist das Schülerinteresse bei fast allen Items gesunken bis auf zwei Items, die einen leichten Anstieg des Interesses verzeichnen, und zwar das Item 7 im Zusammenspiel zwischen von Symbiont und einem Wirt (MW von 2,45 auf 2,49 gestiegen) sowie das Item 14 mit den unterschiedlichen Mikroorganismen im Darm (MW von 2,11 auf 2,14 gestiegen).

Bei den offenen Fragen über das weiterführende Interesse der Inhalte am Darwintag auch über die Vorträge hinaus kam heraus, dass Schüler*innen besonders daran interessiert sind mehr über Mikroorganismen und ihre Wirkungsweise zu hören beispielsweise durch mikrobielle Helfer bei Insekten, dem Konzept Metaorganismus, die Auswirkungen der Bakterien beispielweise in der Medizin oder die Zusammensetzung von mikrobiellen Gemeinschaften (insgesamt 18 Nennungen). Zudem gaben Schüler*innen an mehr über naturwissenschaftliche Forschungsmethoden sowie ihre Darstellungsformen lernen zu wollen (7 Nennungen) oder spezielle Themenbereiche wie Schwämme (4 Nennungen), der Modellorganismus *C. elegans* (3 Nennungen) sowie das Konzept Symbiose (3 Nennungen). Bei der Frage nach dem weiterführenden Interesse würden viele Schüler*innen mit der Familie oder Freunden vor allem über die Wirkungsweise von Mikroorganismen (31 Nennungen) sprechen z.B. über die medizinischen Behandlungsmethoden mit Mikroorganismen (12 Nennungen) oder dem Zusammenspiel von Wirt und Mikroorganismen in einem Metaorganismus (10 Nennungen).

3.2.2.2 Einschätzungen der Lehrkräfte zur Förderung von Schüler*innen am Darwintag

Bei der Befragung von teilnehmenden Lehrkräften zum Darwintag ($N=10$) wurden diese nach ihren Einschätzungen zur Förderung unterschiedlicher Schüler*innen innerhalb eines Klassenverbundes am Darwintag befragt. Die Ergebnisse der Befragung sind nachfolgend zu lesen (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10. Einschätzungen der Lehrkräfte zur Förderung von unterschiedlichen Schüler*innen durch den Darwintag

Am Besuch des Darwintages ist für mich besonders wichtig, ...	Anteil an Zustimmung (%)
...dass Schüler*innen, die sich ein Studium in diesem Bereich vorstellen können, gefördert werden.	96,0%

...dass insbesondere interessierte Schüler*innen gefördert werden.	92,0%
...dass Schüler*innen, die sich für den Beruf eines Naturwissenschaftlers*in interessieren, gefördert werden.	92,0%
...dass insbesondere leistungsstärkere Schüler*innen gefördert werden.	90,0%
...dass insbesondere Schüler*innen gefördert werden, die im Schulalltag wenig Interesse an Biologie haben.	58,0%
...dass alle Schüler*innen gleichermaßen gefördert werden.	58,0%

Die teilnehmenden Lehrer*innen gaben ein, dass am Darwintag besonders interessierte und leistungsstärkere Schüler*innen gefördert werden. Am meisten werden nach Einschätzung der Lehrkräfte die Schüler*innen gefördert, die sich ein Studium in diesem Bereich vorstellen können (Zustimmung von 96%) oder sich für den Beruf des Naturwissenschaftlers*in interessieren (Zustimmung von 92%). Die Ergebnisse deuten außerdem an, dass Lehrkräfte weniger der Meinung sind, dass alle Schüler*innen gleichermaßen gefördert werden (Zustimmung von 58%) und eher leistungsschwächere Schüler*innen gefördert werden (Zustimmung von 56%) sowie Schüler*innen mit wenig Interesse an Biologie ausgehend vom Schulalltag (Zustimmung von 58%).

In den Begründungen zur Auswahl der Antworten wird angegeben, dass besonders leistungsstarke Schüler*innen von der Thematik des Darwintages profitieren. Lehrkräfte argumentieren außerdem, dass leistungsschwächere Schüler*innen besonders durch die Dichte an neuen Aspekten abschweifen und dies nicht mehr aufmerksam verfolgen. Zudem meinten die Lehrkräfte, dass leistungsschwächere Schüler*innen besonders dann profitieren können, wenn der Vortrag je nach Vortragende*r auf sie angepasst wird. Eine weitere Lehrkraft gibt nach eigener Einschätzung an, dass uninteressierte Schüler*innen an Biologie durch den Darwintag nicht viel interessierter an Biologie sind. Eine gleiche Förderung kann nach den Aussagen einer Lehrkraft für alle Schüler*innen nicht vorliegen, weil unterschiedliche Interessen und Bedürfnisse an das Lernen gestellt werden. Für diese Person profitieren besonders naturwissenschaftlich interessierte Schüler*innen.

3.2.2.3 *Einschätzungen der Lehrkräfte zum Einsatz von begleitenden Unterrichtsmaterialien*

Begleitende Lehrkräfte zum Darwintag wurden gefragt, ob und inwieweit sie den außerschulischen Lernorttag in den Schulunterricht bzw. in eine Unterrichtseinheit integrieren. Dabei kam heraus, dass viele Lehrkräfte den Darwintag in die Unterrichtseinheit zur Evolution einbauen, indem beispielsweise Themen wie die „Evolution des Menschen“, „Koevolution“ und „Endosymbiosen“ behandelt wurden. Weitere Einbindungen in Unterrichtseinheiten waren der „Einfluss von Bakterien aus den Menschen“ und die Fokussierung auf „Charles Darwin mit seiner Evolutionstheorie“. Zudem gab es auch Lehrkräfte, die den Darwintag nicht in eine Unterrichtseinheit integrierten, weil es nicht zum Halbjahresthema der „Genetik“ oder „Zytologie“ passte und deshalb der Darwintag nur kurz im Unterricht vor- und nachbesprochen wurde.

Hinsichtlich der Einbindung von zur Verfügung gestellter Unterrichtsmaterialien ergaben sich folgende Ergebnisse (siehe Abbildung 21).

Inwiefern haben sie die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Darwintages für ihren Unterricht verwendet?

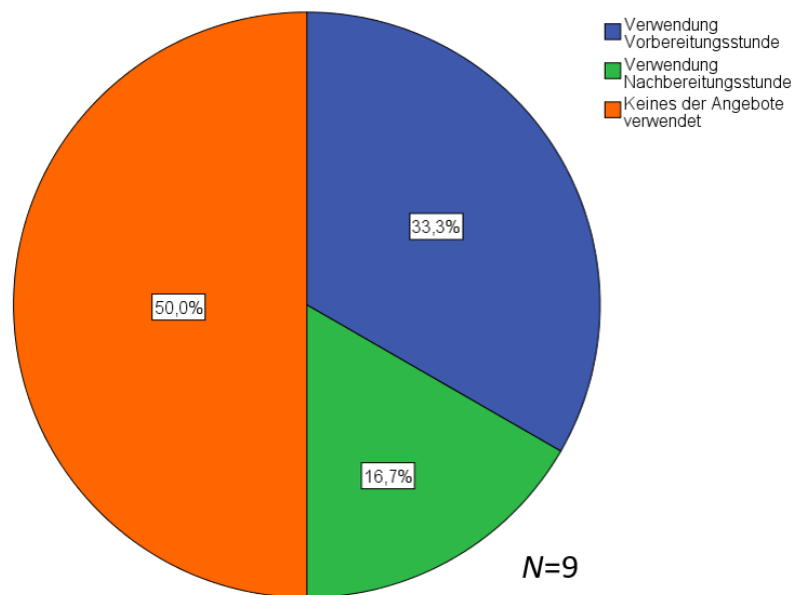


Abbildung 21. Verwendung von zur Verfügung gestellter Unterrichtsmaterialien zum Darwintag

Hierbei stellte sich heraus, dass die Hälfte der teilnehmenden Lehrkräfte keines der Angebote zur didaktischen Vor- und Nachbereitung nutzte. Ein Drittel der Lehrkräfte (33,3%) verwendete die Vorbereitungsstunde für ihre Klasse und knapp ein Sechstel der Lehrkräfte nur oder zusätzlich auch die Nachbereitungsstunde zum Darwintag (16,7%). Bei den Begründungen zur Auswahl der Antworten hinsichtlich der Verwendung der Unterrichtsmaterialien kam heraus, dass die Expertentexte zur Vorbereitung des Darwintages als hilfreich empfunden wurden und teilweise auch nur Teile der Expertentexte im Unterricht verwendet wurden. Eine Lehrkraft empfand die Materialien als sehr wiederholend, bei denen die viele Inhalte schon bekannt sind. Die Nachbereitung mit Stop-Motion-Filmen wurde teilweise als zu zeitaufwendig empfunden oder sollte noch folgen. Begründungen zur Nicht-Verwendung der Unterrichtsmaterialien waren eine anstehende Klausur, eigene Vorbereitungsmaterialien oder das zu späte drauf aufmerksam werden.

In der Erhebung der Lehrkräfte wurde zudem gefragt, inwieweit über die vorgestellten Forschungsmethoden am Darwintag im Unterricht gesprochen wurde (siehe Abbildung 22) und ebenfalls inwieweit über die vorgestellten Themen des Darwintages gesprochen wurde (siehe Abbildung 23).

Wie ausführlich werden Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht über die vorgestellten Forschungsmethoden des Darwintages sprechen?

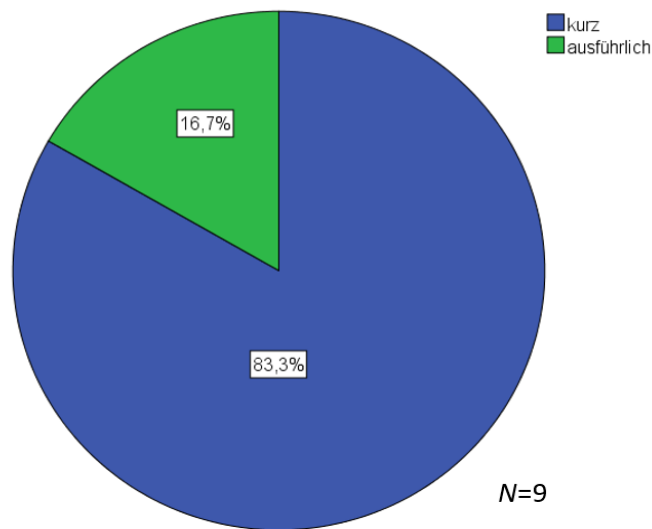


Abbildung 22. Einschätzungen der Lehrkräfte nach dem Darwintag über die Forschungsmethoden der Vortragenden zu sprechen

Über die vorgestellten Unterrichtsmethoden wurde bei mehr als drei Viertel der Befragten kurz gesprochen (83,3%) und bei weniger als ein Viertel ausführlicher (16,7%). Bei der Erhebung wurde „ausführlich“ und „kurz“ nicht weiter definiert und lag im Ermessungsspielraum der Lehrkräfte dies einzuschätzen.

Wie ausführlich werden Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht über die Themen des Darwintages sprechen?

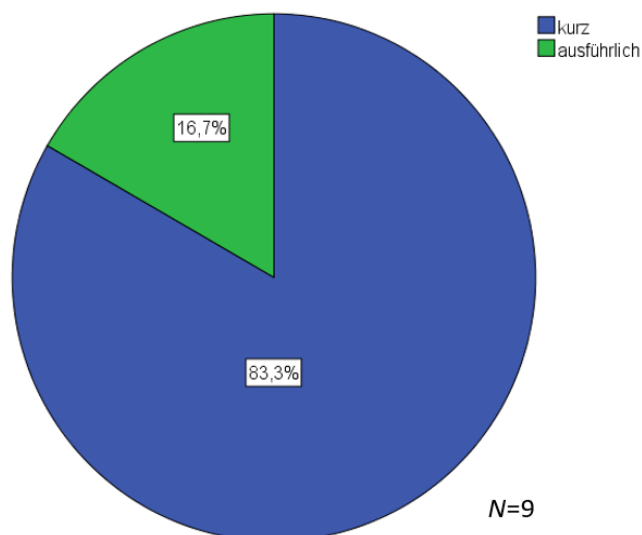


Abbildung 23. Einschätzungen der Lehrkräfte nach dem Darwintag über die Vortragsthemen zu sprechen

Hinsichtlich der Themen des Darwintages ergibt sich ein identisches Abbild der Ergebnisse. Auch hier wurde bei über drei Viertel der Befragten nur kurz darüber gesprochen und bei weniger als ein Viertel ausführlicher (16,7%).

3.2.2.4 Analyse der Fachanforderungen in Biologie für das Bundesland Schleswig-Holstein

Ebenfalls in der Analyse und Explorationsphase des *design-based research* Zyklus nach McKenney und Reeves (2012) erfolgte die curriculare Analyse bei den Forschungsthemen der Metaorganismus-Forschung im SFB 1182 vornehmlich im biologischen Bereich.

Das Konzept eines Metaorganismus sowie weitere Aspekte der Metaorganismus-Forschung weisen diverse Anbindungen an das Curriculum wie hier die Fachanforderungen im Unterrichtsfach Biologie für das Bundesland Schleswig-Holstein (2016) auf sowie den Anknüpfungspunkten zu den Bildungsstandards (KMK-Standards, 2020). Die Analyse der Fachanforderungen wurde in dieser Forschungsarbeit exemplarisch vornehmlich in Schleswig-Holstein vorgenommen, weil die Metaorganismus-Forschung sowie die Zielgruppe des Darwintages vornehmlich in Schleswig-Holstein angesiedelt sind. Die verwendeten Fachanforderungen in Biologie sind in verschiedene Bereiche geteilt (zum Beispiel Struktur und Funktion, Information und Kommunikation, Kompartimentierung, Variabilität und Angepasstheit, Geschichte und Verwandtschaft) und werden den Bereichen entsprechend mit möglichen Anknüpfungspunkten für die neuen Inhalte der Metaorganismus-Forschung Stichpunktartig versehen (für die Sekundarstufe 2 sowie ansatzweise für die Sekundarstufe 1).

Analyse unter den Aspekt „Nature of Science“ für die Sekundarstufe II (10.-13. Klasse)

Allgemein steckt noch viel Potenzial in der weiteren Einbindung von aktueller Wissenschaft im naturwissenschaftlichen Unterricht und explizit auch im Biologieunterricht. Ansätze und Anknüpfungspunkte sind in den Fachanforderungen speziell im Bereich der Erkenntnisgewinnung und Kommunikation zu finden:

- **Bereich Kompetenzerweiterung in Erkenntnisgewinnung (S. 17)**
 - Fachanforderungen: Fragestellungen entwickeln, Formulieren von Hypothesen, Untersuchungsdesigns entwickeln und anwenden, Datenauswertungen vornehmen und dokumentieren, Modelle verwenden.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Vorbereitung von Experimenten im Rahmen der Metaorganismus-Forschung v.a. mit Mikroorganismen; einzelne Schritte im Weg der Erkenntnisgewinnung thematisieren.
- **Bereich Kompetenzerweiterung in Kommunikation (S.18)**
 - Fachanforderungen: Informationen erschließen, weitergeben und präsentieren, Argumentieren in Diskussionen über naturwissenschaftliche Fragestellungen, auf Argumente anderer eingehen und diese einordnen, Fach und Symbolsprache angemessen verwenden.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Expertentexte zu einzelnen Forschungsthemen lesen und der Klasse vorstellen (z.B. Poster, Präsentationen, Schaubilder), biologische Dilemma-Situationen diskutieren wie der Umgang und die Einnahme von Antibiotika – unsere nächste große Krise?
- **Sonstiges (S. 39)**
 - Fachanforderungen: Aufarbeiten wissenschaftlicher Daten sowie naturwissenschaftliche Repräsentationsformen zur fachgemäßen Kommunikation biologischer Fachinhalte nutzen.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Mit echten Forschungsdaten aus der Metaorganismus-Forschung arbeiten, diese in Form eines wissenschaftlichen Posters präsentieren oder mit Klasse erläutern.
 - Fachanforderungen: Abstraktere biologische Denk- und Arbeitsweisen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung anwenden (Umgang mit Modellen, Kriterien orientiertes Vergleichen und Ordnen, Experimentieren); soziale Kompetenzen zur Berufsfähigkeit und gesellschaftlicher Mitwirkungsfähigkeit stärken.

- Anknüpfungspunkt: Durchführung einfacherer Experimente mit *C. elegans* oder Bakterien durchführen.

Analyse unter den Aspekt „Nature of Science“ für die Sekundarstufe I (5.-9. Klasse)

- **Bereich Erkenntnisgewinnung (S. 17)**
 - Fachanforderungen: Aufbau von Experimenten und Mikroskopen lernen, erstes Formulieren von Hypothesen.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Planung und Durchführung einfacher Experimente mit Mikroorganismen.
- **Bereich Kommunikation (S. 18)**
 - Fachanforderungen: Lernen Modelle anzuwenden und angemessene Fach- & Symbolsprache zu verwenden.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Das Modell Metaorganismus hier integrieren und anwenden auf einen Wirt wie den Menschen mit Fachbegriffen wie Wirt, Symbiont, Mikroorganismen usw.
- **Sonstiges (S. 12-13)**
 - Fachanforderungen: Grundbildung einer *scientific literacy* (u.a. Verständnis grundlegender Konzepte wie Arbeits- und Denkweisen der Naturwissenschaften).
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Präsentieren der Metaorganismus-Forschung als Beispiel moderner Forschung mit ihren Forschenden, ermöglichen von authentischen und vielfältigen Einblicken in Wissenschaft.

Analyse unter den Aspekt „Mikroorganismen-Wirt-Interaktionen“ für die Sekundarstufe II (10.-13. Klasse)

- **Leitthema Evolution (S. 46)**
 - Fachanforderungen: Thematisierung der Entwicklung von Pro- und Eucyte sowie der Einnischung, bzw. die ökologische Nische.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Die Entwicklung von Pro- und Eucyten am Beispiel des Metaorganismus. Zum Beispiel Thema Einnischung von Mikroorganismen im Wirt und welche Folgen dies hat.
- **Bereich Reproduktion (S. 47)**
 - Fachanforderungen: Relevante Bakterien für den Menschen - Lebensmittel- oder Medikamentenproduktion - *Escherichia coli* als Modellorganismus
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Darstellung des Metaorganismus-Konzeptes beim Menschen als Wirt und seinen Mikroorganismen z.B. auf Haut, Verdauungstrakt oder Vaginalsekret. Einführung allgemein in Modellorganismen und *E. Coli* –Aufzeigen der Wandelbarkeit des Bakteriums und wie die Umwelt ein entscheidender Faktor sein kann – interessante Fragestellung: Wann ist *E. Coli* für den Menschen hilfreich ist und wann eher schädlich?
- **Bereich Steuerung und Regulation (S. 49-50)**
 - Fachanforderungen: Ökosysteme mit Bezug zum Konzept der Symbiose.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Integrierung von Fachinhalte zu Ökosystemen mit dem Konzept der Symbiose (in Abgrenzung zu Parasitismus und Mutualismus) in einem Metaorganismus erklären; mögliche Fragestellung: Wie sieht die Symbiose zwischen Wirt und

Mikroorganismen aus und warum ist es eine Symbiose und kein Mutualismus oder Parasitismus – Mit Schüler*innen die Vorteile diskutieren; der Mensch als eigenes Ökosystem – wie kann dies erklärt werden?

- **Bereich Stoff- und Energieumwandlung (S. 51-52)**
 - Fachanforderungen: Kennenlernen von verschiedenen Produzenten, Konsumenten und Destruenten.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Den Menschen oder einen anderen Wirt als eigenes und hochkomplexes Ökosystem sehen; Diskussion über ein sensibles Gleichgewicht der verschiedenen Akteure mit unscharfen Grenzen wer Produzent (z.B. externe Nahrung), Konsument (z.B. Wirt) sowie Destruent (z.B. Bakterien) ist.
- **Bereich Information und Kommunikation (S. 52)**
 - Fachanforderungen: Kommunikation in Sozialverbänden mit Translation und Transkription.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Untersuchung von Kommunikationsprozessen als Kerngebiet der Metaorganismus-Forschung mit bakterieller Kommunikation (*Quorum sensing* und *Quorum quencing*).
- **Bereich Variabilität und Anpasstheit (S. 53-54)**
 - Fachanforderungen: Die Koevolution als Konzept kennenlernen.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Angewandtes Beispiel von Koevolution zwischen Mikroorganismen und Wirt thematisieren z.B. bei Schwämmen, Mäusen oder Menschenaffen.
 - Fachanforderungen: Thematisieren der ökologischen Nische als multidimensionale Einheit und etwaige Prozesse der Evolution (u.a. Gendrift, Isolation).
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Bakterien als die am besten angepassten Lebewesen (welche Nischen besetzen diese und wie haben sich diese jeweils angepasst) und Teil einer multidimensionalen Einheit innerhalb eines Metaorganismus, evolutionäre Prozesse als ein Kerngebiet in der Metaorganismus-Forschung (Forschung an Modellorganismen).
- **Bereich Geschichte und Verwandtschaft (S. 54-55)**
 - Fachanforderungen: Betrachten von gemeinsamen Eigenschaften von Lebewesen, genauso wie die Entstehung der Zellen und Vielzeller.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Entstehung von Metaorganismen thematisieren und wie es dazu kam.
 - Fachanforderungen: Thematisieren von DNA-Sequenzvergleichen.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Aktuelle Metaorganismus-Forschung und der Umgang mit DNA z.B. PCR, DNA-Vergleiche, weitere Methoden moderner Forschung und ihr Nutzen für Forschung und Gesellschaft.
 - Fachanforderungen: Behandeln der Synthetischen Evolutionstheorie.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Auswirkungen der Theorie auf moderne Forschung besprechen und wie dies mit der Metaorganismus-Forschung zusammenhängt.

Analyse unter den Aspekt „Mikroorganismen-Wirt-Interaktionen“ für die Sekundarstufe I (5.-9. Klasse)

- **Bereich Struktur und Funktion (S. 22-23) sowie Reproduktion (S. 24-25)**
 - Fachanforderungen: Steuerung von Stoffwechselfvorgängen, Kennenlernen des Aufbaus und die Vermehrung von pro- und eukaryotischen Zellen sowie Viren.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Anwendung der Zelltypen, Viren und Stoffwechselfvorgänge im Kontext des Metaorganismus; Gründe erläutern warum Zelltypen und Viren so

gebaut sind, welche Vorteile hat dies z.B. in der Verteidigung (Prokaryoten, Eukaryoten) oder dem Eindringen in den Wirt (Viren). Aufbau und Vermehrung der Organismen im Kontext von Wirt, Mikroorganismen und Umwelt kennenlernen.

- **Bereich Steuerung und Regelung (S. 26) sowie Variabilität & Anpassbarkeit (S. 29)**
 - Fachanforderungen: Aufbau des Immunsystems sowie Anpassung auf zellulärer Ebene behandeln, insbesondere auf das Immunsystem und seine Anpassungsmechanismen.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Differenzierte Betrachtung von Mikroorganismen (wie Bakterien) anhand des menschlichen Immunsystems durchnehmen; bei denen die entscheidende Rolle von unterschiedlichen Mikroorganismen (wie Bakterien) in der Abwehr ersichtlich wird und nicht nur Mikroorganismen als schädlich betrachtet werden.
- **Bereich Stoff und Energieumwandlung (S. 29)**
 - Fachanforderungen: Behandeln von Ökosystemen, insbesondere die Themen Produzenten, Konsumenten und Destruenten.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Als Einführung den Menschen oder ein anderen Wirt als eigenes und hochkomplexes Ökosystem vorstellen, indem es Produzenten, Konsumenten und Destruenten gibt.
 - Fachanforderungen: Thematisierung der Verdauung mit ihrer Funktion der Stoffumwandlung.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Anschauliche Darstellung des Metaorganismus als funktionelle Einheit mit dem Mikrobiom und Mikroorganismen; diskutieren der Aufgaben und Blick lenken auf positive Aspekte von Mikroorganismen z.B. in der Verdauung – mögliche Fragestellungen für den Unterricht: Welche Mikroorganismen leben im Darm und was sind ihre Aufgaben, ist die Zusammensetzung immer gleich und wann gerät unser Mikrobiom ins Ungleichgewicht? Wie entstehen z.B. entzündliche Darmerkrankungen?
- **Sonstiges (S. 13)**
 - Fachanforderungen: Aufgreifen von allgemeinen Fragestellungen zur Medizin, Gentechnik und dem Menschen als Teil der Biosphäre.
 - Mögliche Anknüpfungspunkte: Mögliche Fragestellung wäre z.B: Welchen Beitrag leistet moderne Metaorganismus-Forschung in der Medizin? – z.B. alternative Behandlungsmethoden zu Antibiotika wie Fäkaltransplantation behandeln; wird unsere nächste Krise eine um Antibiotika sein – welche Folgen wird dies für uns haben?, Anwendung von Gentechnik in der Metaorganismus-Forschung – welche Erkenntnisse sind dadurch möglich und wo sind ethische Grenzen überschritten; der Mensch als eigener Metaorganismus – was heißt das und wieso ist diese funktionelle Einheit evolutionär so erfolgreich gewesen?

Weiterführende Anknüpfungspunkte zu den Bildungsstandards

Ein weiterer Anknüpfungspunkt für die Schule ergibt sich aus den übergreifenden Bildungsstandards (Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Biologie, 2020). Diese weist eine vierteilige Kompetenzerweiterung durch die Sach-, Kommunikations-, Bewertungskompetenz sowie der Erkenntnisgewinnung durch das Vermitteln des Metaorganismus-Konzeptes auf:

Im Bereich der Sachkompetenz eignet sich das Metaorganismus-Konzept besonders, um größere Verknüpfungen lebender Systeme wie die Wirt-Mikroorganismen-Interaktion intensiver auszuführen und verstärkt in Bezug auf beeinflussende Faktoren wie der Umwelt zu verstehen.

Bezogen auf die Kommunikationskompetenz kann das übergreifende Metaorganismus-Konzept förderlich sein, um komplexe Probleme aus der Biologie besser als Ganzes zu verstehen. Fachbegriffe wie

„Symbiont“, „Wirt“, „Koevolution“ oder „Mikroorganismen“ können verbunden miteinander ein mehr vernetztes Verständnis für die komplexen, gesellschaftlichen Probleme in Bereichen wie Nachhaltigkeit, Ernährung oder Gesundheit ermöglichen.

Bezogen auf die Bewertungskompetenz ist die interdisziplinäre Arbeitsweise in der Metaorganismus-Forschung und die damit verbundenen Perspektivwechsel auf dem Level der Mikroorganismen und der Wirte eine gute Grundlage für das Treffen von fundierten Entscheidungen auf individueller oder gesellschaftlicher Ebene. Ebenfalls können damit die kurz- oder längerfristigen Folgen für Teile der Gesellschaft beurteilt werden.

Im vierten Bereich der Erkenntnisgewinnung kann das Konzept eines Metaorganismus einen Mehrwert darstellen, indem einfache Experimente mit Bakterien geplant, hypothesengeleitet vollzogen und insbesondere für die Ergebnisbesprechung hinzugezogen und reflektiert wird, indem Bakterien vielmehr als eigenständige Gruppe von Organismen gesehen werden.

3.3 FAZIT– Zu den Bedürfnissen der Teilnehmenden am Darwintag

Im Folgenden werden die Haupteckdaten der Studie als Desiderata formuliert und in die aktuelle Forschungsliteratur eingeordnet²⁵.

Erstes Desiderat: Berücksichtigung der Bedeutung von affektiven Komponenten am Darwintag

In Anbetracht der starken Fokussierung auf das Kommunikationsziel "Informieren über Wissenschaft" verweisen Dudo und Besley (2016), dass dies zu Lasten anderer bzw. vielmehr affektiver Kommunikationsziele gehen kann. Dies begründen sie damit dass wenn Kommunikator*innen in erster Linie informieren wollen, haben sie möglicherweise weniger Zeit das Publikum mit kreativen Impulsen zu inspirieren oder dessen spezifische Interessen und Fragen zu berücksichtigen. Daher betonen die Autoren die Bedeutung der anderen Ziele um "das Publikum begeistern", "Botschaften maßschneidern" und "Vertrauen aufbauen" für ein positives Engagement des Publikums (Dudo & Besley, 2016). Diese Argumente konnte jedoch in unseren Ergebnissen nicht festgestellt werden. Vielmehr nannten alle Befragten "das Publikum begeistern" und "Botschaften maßschneidern" als Kommunikationsziel für den Darwintag. Das Kommunikationsziel "Vertrauen aufbauen", das nur von zwei der vier interviewten Wissenschaftler*innen genannt wurde, könnte mit den oben genannten Argumenten von Dudo und Besley (2016) zusammenhängen. Es könnte jedoch auch darauf hindeuten, dass den Forscher*innen schon bewusst ist, dass die Schüler*innen bereits ein hohes Maß an Vertrauen in die Wissenschaft und ihre Wissenschaftler*innen haben, wie Studien von Krüger, Höffler & Parchmann (2022) zeigen.

Um das Kommunikationsziel "andere für die Wissenschaft begeistern" zu erreichen, müssen die Wissenschaftler*innen Begeisterung für ihr Forschungsthema wecken und wollen zudem bei den Schüler*innen Spaß erzeugen. Im Vergleich zu den Schülern wurde der Spaßfaktor auch bei den Schüler*innen mit naturwissenschaftlichem Profil, nicht-naturwissenschaftlichem Profil und den Schülerinnen als wichtigster Faktor angegeben. Nur die männlichen Studierenden fanden Einblicke in den Forschungsprozess noch wichtiger als Spaß zu haben am Darwintag. Unsere Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen von Glowinski (2007), in denen der Spaßfaktor als das unwichtigste Kriterium für die Teilnahme an einer außerschulischen Aktivität angegeben wurde. Die Gründe dafür können vielfältig

²⁵ Die folgenden Erkenntnisse sind in ähnlicher Form in den folgenden eingereichten Artikel eingeflossen: Claussen, C., Enzingmüller, C., Kremer, K., Schulenburg, H., Parchmann, I. Developing science outreach events based on stakeholders' objectives and expectations – A case study of a lecture day for schools. Paper unter Begutachtung.

sein, wie z.B. die Vorbereitung durch die Lehrkräfte, Vorerfahrungen mit anderen außerschulischen Aktivitäten oder eine Abwechslung zum Schulunterricht, wie Storksdieck (2006) feststellte. Um diese Ergebnisse in außerschulischen Lernveranstaltungen umsetzen zu können, sollten Vorlesungen sowohl vertiefende Einblicke in das Thema für bereits versierte Schüler*innen (z.B. durch detaillierte Darstellungen zum Vortragsthema), als auch verschiedene aktivierende Zugänge zum Thema (z.B. durch emotionale Storytelling-Elemente oder interaktive Elemente wie Fragerunden, Videos, praktische Experimente) bereithalten (Monroe, 2011; Little, Fogg-Rogers & Sardo, 2022).

Im Vergleich zu dem mit am häufigsten genannten Kommunikationsziel "maßgeschneiderte Botschaften" für den Darwintag herstellen, sind sich Wissenschaftler*innen heutzutage möglicherweise aufgrund ihrer Ausbildung, ihrer Erfahrungen in der Lehre oder der Teilnahme an *Science Outreach* Veranstaltungen stärker der Bedeutung von Wissenschaftskommunikation bewusst. Dies ist wahrscheinlich auch ein Ergebnis der gesellschaftlichen und institutionellen Erwartungen, sich stärker mit der Öffentlichkeit auseinanderzusetzen (Dudo, Besley & Yuan, 2021). Darüber hinaus könnte diese Kommunikationstaktik durch Schulungen im Bereich der Kommunikationsforschung noch differenzierter an verschiedene Zielgruppen in der Gesellschaft vermittelt werden, z. B. durch Forscher*innen im Bereich der fachdidaktischen Forschung mit Schüler*innen als Zielgruppe.

Teilnehmende Schüler*innen äußerten auch den Wunsch, die Universität als Institution kennenzulernen. In diesem Zusammenhang fungieren Outreach-Veranstaltungen wie der Darwintag als Anlaufstelle für die Berufsorientierung in Richtung Hochschulstudium. Organisator*innen und kommunizierende Wissenschaftler*innen solcher *Science Outreach*-Veranstaltungen sollten sich dessen bewusst sein und könnten mehr Informationen über die Universität als Institution bereitstellen, auch Einblicke in das Biologiestudium geben oder genügend Zeit einräumen, um die Universität vor und nach der Veranstaltung zu erkunden. Ebenso scheint der außerschulische Standort an sich ein wichtiges Kriterium für den Besuch der Veranstaltung zu sein, wie auch Davidson et al. (2009) in ihrer Studie beschrieben.

Zweites Desiderat: Berücksichtigung von strukturellen Rahmenbedingungen an den Schulen im Planungsprozess von Science Outreach Veranstaltungen

Ein überraschendes Ergebnis unserer Studie war, dass der Bezug vom Darwintag zum Schulcurriculum als weniger wichtig für die Lehrkräfte wahrgenommen wurde (im Gegensatz zur Studie von Kisiel, 2005). Mögliche Gründe dafür können sein, dass die Lehrkräfte nicht ausreichend über das Unterrichtsthema am Darwintag informiert waren, um ein neues Verständnis von Biologie und Evolution durch die Erforschung der Wirt-Mikrobiota-Interaktion zu entwickeln. Jedoch ist dieses Thema auch für Schulen von großer Bedeutung und kann z.B. im deutschen Lehrplan für das Fach Biologie dem Grundkonzept "Individuelle und evolutionäre Entwicklung" (KMK, 2020, S. 19) zuzuordnen sein. Ein weiterer Grund könnte die Neuartigkeit des übergreifenden Unterrichtsthemas "Metaorganismus-Forschung" sein, das noch wenig Bezug zum Lehrplan aufweist, aber als interessantes und modernes Forschungsthema durch die Teilnahme am Darwintag wahrgenommen werden kann. Zu diesem Zweck könnten gemeinsam entwickelte Unterrichtsmaterialien eine Möglichkeit bieten, diese Themen in den Biologieunterricht vermehrt einzubringen und strukturell zu verankern. Für Lehrer*innen könnten eigens erstellte Lehrerhandreichungen aus der Perspektive der fachdidaktischen Forschung dabei helfen, die neuen Forschungsinhalte in ihren Lehrplan und Unterricht leichter zu integrieren. Auch die Organisator*innen und beteiligten Akteure wissenschaftlicher Veranstaltungen sollten z.B. strukturelle Hindernisse zum Integrieren von moderner Forschung in die Schule auch in ihrem Planungsprozess berücksichtigen. Ein Weg dafür ist der kontinuierliche Dialog von Vertretern aus Schule (z.B. Lehrkräfte) und Wissenschaft (z.B. Forscher*innen aus der fachdidaktischen Forschung) durch eine Vermittlungsrolle.

Drittes Desiderat: Explizite Integration von Nature of Science bei Science Outreach-Veranstaltungen

Die Studienergebnisse zeigen, dass das häufigste, genannte Kommunikationsziel der Wissenschaftler*innen ("das Publikum über die Wissenschaft informieren") auch in anderen Studien zur Wissenschaftskommunikation und Kommunikationszielen von Wissenschaftler*innen diese wichtige Stellung einnahm (Dudo und Besley 2016). Die befragten Wissenschaftler*innen ordneten die Vermittlung von Wissen über ihr Forschungsgebiet als eines ihrer Hauptziele an. Im direkten Vergleich mit den Erwartungen der Schüler*innen und Lehrer*innen war der wichtigste Aspekt zum Besuch einer Outreach-Veranstaltung wie der Darwintag Einblicke in den Forschungsprozess von Forschenden zu erhalten und nicht das Erlernen von neuen Forschungsinhalten. Diese Erkenntnisse zeigen Übereinstimmungen zu Studien von Wentorf, Parchmann & Höffler (2015) oder Glowinski (2007). Hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Verteilung der Häufigkeiten zeigt ein höheres Interesse von Schülern an naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen sowie den Inhalten ein eher überraschendes Ergebnis im Vergleich zu anderen Studien wie Miller, Slawinski und Schwartz (2006), in denen Schülerinnen ein höheres Interesse an Biologithemen zeigten. Bei den Häufigkeitsverteilungen von Schüler*innen mit naturwissenschaftlichem Profil stimmen die Ergebnisse des höheren Interesses an naturwissenschaftlichen Themen mit Studienergebnissen etwa von Engeln (2004) oder Glowinski (2007) überein, die Gründe wie z.B. die Berufsorientierung dazu anführen. Zudem wurde beobachtet, dass viele Erwartungen der Lehrer*innen an außerschulische Lernorte, wie z.B. die Vermittlung von Lernerfahrungen zum Erwerb neuer Inhalte oder die Steigerung des Interesses und der Motivation der SchülerInnen, mit den von Kisiel (2005) gefundenen Erwartungen übereinstimmen.

Die Ergebnisse der 1. Studie legen nahe, dass das Potenzial von *Science Outreach*-Veranstaltungen wie dem Darwintag nicht primär oder nur Wissen über neueste Forschung vermitteln sollte, sondern Einblicke geben, wie Forschung funktioniert und Erkenntnisse gewonnen werden oder wie Wissenschaftler*innen im Alltag arbeiten und wie dies aussehen kann. Dies könnte durch die stärkere Integration moderner *Nature of Science*-Rahmenkonzepte wie dem *Family Resemblance Approach* (Erduran & Dagher, 2014) erreicht werden: Der dreigliedrige FRA-Ansatz könnte den Schüler*innen dabei helfen, die Zusammenhänge zwischen wissenschaftlichen Ergebnissen und entsprechenden Methoden (innerer Kreis), institutionellen Aspekten wie interdisziplinärer Zusammenarbeit und gesellschaftlichen Werten (mittlerer Kreis) und Wissenschaft z.B. als soziales Gefüge (äußerer Kreis) besser zu verstehen (siehe Kapitel 1.5.2). Dieser dreigliedrige FRA-Ansatz könnte dazu beitragen, moderne Forschung nicht nur als fragmentiert und hoch spezialisiert zu verstehen, sondern vielmehr als ganzheitlichen und systemischen Ansatz, der verschiedene Aspekte der Wissenschaft als inter- und multitransdisziplinäre Triebkraft der Innovation berücksichtigt. Zusätzlich kann die vielfältige und soziale Darstellung von Naturwissenschaft auch eine Gelegenheit sein, eine heterogene Zielgruppe von Studierenden anzusprechen und einen Beitrag zu Kommunikationszielen wie "spannend", "vertrauensbildend" oder "maßgeschneiderte Botschaften" leisten. Um diese Aspekte bei Science Outreach-Veranstaltungen umsetzen zu können, sollten Forscher*innen bei der Anpassung ihrer Botschaften an eine Zielgruppe wie Schüler*innen unterstützt werden. Ein Weg ist die Bereitstellung effektiver Strategien und praktischer Vorschläge in Form von Gestaltungshinweisen für ihre Vorträge, die auch auf der Grundlage von FRA und z. B. zur Hervorhebung verschiedener Facetten der Forschung, wie die Betonung von Erfolgen und Misserfolgen, die Vermittlung von Einblicken in Formen der Zusammenarbeit wie Interdisziplinarität oder die Sicherung der Qualität in der Wissenschaft (z. B. das *Peer-Review*-Verfahren) passiert. Darüber hinaus könnten interaktive Dialogformate wie Frage- und Antwortrunden zwischen Schüler*innen und Wissenschaftlern stärker integriert werden sowie eine intensive Vor- und Nachbereitung im Unterricht durch Lehrkräfte und unterstützende Unterrichtsmaterialien mit einer niedrigschwelligen Lehrerhandreichung angeboten werden (Lee, Stern & Powell, 2020). Hinsichtlich des Unterrichtsmaterials kann

die Umsetzung durch die exemplarische Begleitung eines vortragenden Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin am Darwintag erfolgen, der einen Einblick in seine Forschungsarbeit mit Wirt-Mikroorganismus-Interaktionen gibt (innerer Kreis, siehe Abbildung 1 in Kapitel 1.5.2), die Zusammenarbeit in einem interdisziplinären Forschungsteam aus Biolog*innen, Physiker*innen und Informatiker*innen beschreibt (mittlerer Kreis), berichtet, wie ein Sonderforschungsbereich strukturiert und finanziert wird (äußerer Kreis) und vor allem, wie alles miteinander interagiert. Eine weitere Möglichkeit während der Veranstaltung könnte z.B. ein wissenschaftliches BINGO sein, bei dem die Studierenden gebeten werden, während der Vorlesungen verschiedene Aspekte der FRA anzukreuzen, um so eine Perspektive auf vielfältige und wiederkehrende Aspekte der Wissenschaft zu erhalten.

Diese Ergebnisse stellen ebenfalls eine Herausforderung für die häufige Forderung von Förderorganisationen dar, Teile der Gesellschaft mit öffentlich finanzierter Forschung stetig einzubeziehen. Diese Forderung könnte ebenfalls ein Grund dafür sein, dass Wissenschaftler*innen ihre Öffentlichkeitsarbeit auf das "Defizitmodell" konzentrieren und andere Aspekte, die hier als wichtiger für das Zielpublikum identifiziert wurden, außer Acht lassen. Diese zusätzlichen Aspekte sollten jedoch in die Forderungen für die Vergabe von Fördermitteln zuständigen Stellen mit aufgenommen werden.

Einordnung der weiteren Ergebnisse

Die Ergebnisse zu den Schülerinteressen im Themenfeld der Metaorganismen deuten an, dass Schüler*innen besonders daran interessiert sind mehr über gesundheitliche Themen mit Bezug zum Menschen wie die Medikamentenherstellung durch Schwämme (Antibiotika) oder die Fäkaltransplantation (mögliche Alternative zu Antibiotika) zu lernen sowie die Unterteilung von „guten“ und „schlechten“ Bakterien. Am uninteressantesten wurden dagegen vor allem Themengebiete mit mathematischen Bezug in der Frage wahrgenommen (z.B. mathematische Modellierungen oder rechnerische Modelle zur Bakterienbesiedlung). Hinsichtlich der Förderung von bestimmten Schüler*innen schätzen Lehrkräfte ein, dass am Darwintag besonders interessierte und leistungstärkere Schüler*innen gefördert werden und besonders wenig leistungsschwächere Schüler*innen oder welche mit wenig Interesse an Biologie. Ebenso wird deutlich, dass der Darwintag anscheinend nicht alle Schüler*innen gleichermaßen fördert. Zum Einsatz der Unterrichtsmaterialien gaben Lehrkräfte an, dass die Hälfte der Lehrkräfte das Angebot der online zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien nicht nutzte. Bei der Nutzung für den Unterricht wurde jedoch häufiger die Vorbereitungsstunde als die Nachbereitungsstunde genutzt. Es zeigte sich, dass keine Lehrkraft die Vorbereitungsstunde und die Nachbereitungsstunde zusammen genutzt hatte. Hinsichtlich der Nachbereitung zum Darwintag in der Schule gaben 80% der Lehrkräfte an kurz über Forschungsmethoden und Themen geredet zu haben.

Bezogen auf die Curriculumsanalyse zu den Fachanforderungen des Bundeslandes Schleswig-Holstein zeigen sich viele Anknüpfungsmöglichkeiten z.B. beim Leitthema „Evolution“, der Entwicklung von Pro- und Eukaryoten anhand eines Metaorganismus, beim Thema ökologische Nische, der Metaorganismus als eigenes Ökosystem z.B. beim Menschen, insbesondere beim Thema Ko-Evolution von Organismus und Mikroorganismen, der Symbiose von Organismen wie Schwämmen, Mäusen, Vögeln oder Mikroorganismen als eigenen Organismus anzuschauen. Auch zum Konzept der *scientific literacy* kann das Metaorganismus-Thema Einblicke in moderne Forschung mit ihren Forschenden geben und so einen Beitrag zu einem vielfältigen und authentischen Wissenschaftsverständnis beitragen.

4 Studie 2 - Design und Konstruktion

Im folgenden Kapitel wird das methodische Vorgehen der 2. Studie dieser Arbeit beschrieben. Zuerst folgt die Beschreibung der Fokusgruppeninterviews von Wissenschaftler*innen im Rahmen eines

Workshops zur Wissenschaftskommunikation. Nachfolgend wurden teilnehmende Schüler*innen und Lehrer*innen anhand von Fokusgruppeninterviews befragt, die ebenfalls in einem digitalen Format durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der einzelnen Fokusgruppeninterviews im Sinne der Analyse der Gruppengespräche sowie der schriftlichen Aufgaben sind jeweils in die nachfolgenden Untersuchungen mit eingeflossen, indem die Perspektiven von Metaorganismus-Forschenden als Impuls für die Fokusgruppeninterviews mit Lehrkräften und Lernenden genutzt wurden, um zum einen hohen Grad an Authentizität zu ermöglichen und zum anderen Einschätzungen der befragten Fokusgruppen unmittelbar in Beziehung setzen zu können.

4.1 MATERIAL UND METHODEN

Der Forschungsansatz für diese Entwicklung von Unterrichtsmaterial für den Darwintag basiert auf dem Durchführen von getrennte Fokusgruppeninterviews (siehe Przyborski & Riegler, 2010) mit Vertretern aus der Schule (Lehrer*innen und Schüler*innen) sowie Vertretern der Wissenschaft (Wissenschaftler*innen) in einem Online-Format über *Big Blue Button*. Was die Wahl der Methode betrifft, so gibt es Hinweise darauf, dass Fokusgruppen in Studien wie dieser einige Vorteile gegenüber anderen Methoden wie Fragebögen oder einfachen Interviews haben (Hillcoat et al. 1995). Dazu zählen im Vergleich zu Interviews die tiefergehenden Einblicke in Aushandlungsprozesse von Diskussionen und Argumentationen, bei der die Rolle einer moderierenden Person so gering wie möglich gehalten wird (Billmann-Mahecha & Gebhard, 2014). Aufgrund der unterschiedlichen Impulse für die Diskussionsrunden der repräsentierten Gruppen werden die Wissenschaftler*innen getrennt (eigene Impulse) von der Gruppe der Lehrer*innen und Schüler*innen (jeweils gleiche Impulse) dargestellt und ausgewertet. Die Impulse für die Gruppe der Lehrer*innen und Schüler*innen waren jedoch bei den beiden Hauptphasen gleich und werden auch hier bei der Darstellung der Methode unter einem Punkt zusammengefasst.

4.1.1 Durchführung der Studie

Im Folgenden werden zuerst die Fokusgruppeninterviews der Wissenschaftler*innen im Rahmen eines Workshops zur Wissenschaftskommunikation erläutert sowie anschließend die Fokusgruppeninterviews der Lehrer*innen und Schüler*innen.

4.1.1.1 Befragung der Wissenschaftler*innen

Die Befragung der Wissenschaftler*innen wurde in einem Workshop für Wissenschaftskommunikation eingebettet, bei dem neben den Organisatoren des Workshops 2 Professor*innen, 6 Post-Docs und 3 Doktorand*innen aus dem Sonderforschungsbereich der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen (SFB 1182 – Ursprung und Funktion von Metaorganismen) teilnahmen. Die befragten Wissenschaftler*innen ($N=10$, 70% weiblich) waren zwischen 28 und 53 Jahre alt. Alle Teilnehmer*innen zeigten ein Interesse an Aspekten der Wissenschaftskommunikation und einige von ihnen gaben an selbst sich sehr stark im Feld der Wissenschaftskommunikation zu engagieren, indem sie Veranstaltungen selber organisieren, viele Vorträge über ihre Forschung vor unterschiedlichen Zielgruppen halten oder einen Blog über ihre eigene Forschung schreiben. In der Untersuchung wurde explizit darauf geachtet eine Stichprobe zu erhalten, indem Wissenschaftler*innen unterschiedlichster Karrierestufen teilnehmen um einen möglichst vielfältigen Eindruck von dem Berufsbild des Wissenschaftlers*in zu erhalten. Die Stichprobe setzte sich aus interessierten Wissenschaftler*innen zusammen. Das Hauptziel der Untersuchung war damit einen vielfältigen Eindruck über die Inhalte der Metaorganismus-Forschung zu erhalten.

4.1.1.2 Befragung der Schüler*innen

Die befragten Schüler*innen ($N=29$; 40 % weiblich) waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 17 und 20 Jahren alt und besuchten allesamt die Oberstufe (Klassenstufe 12 und 13) von Gymnasien und Gemeinschaftsschulen in Kiel. Die Fokusgruppeninterviews fanden zwischen Juli und Oktober 2021 online mit Hilfe der Kommunikationsplattform *Big Blue Button* statt. Die Erhebung fand im Rahmen von drei befragten Klassen in zwei verschiedenen Schulen statt, die allesamt an einer Teilnahme zum Darwintag 2021 ihr Interesse geäußert hatten. Bei den Fokusgruppeninterviews der Schüler*innen fanden zwei von drei Interviews während der regulären Schulzeit statt, ein Interview fand außerhalb der Schulzeit. Bei der ersten Befragung nahmen 5 Schüler*innen teil, bei der zweiten 9 und bei der dritten Erhebung 15 Schüler*innen.

4.1.1.3 Befragung der Lehrer*innen

Die befragten Lehrer*innen ($N=8$; 50% weiblich) waren zwischen 30 und 65 Jahren alt und unterrichteten vornehmlich an Schulen in Schleswig-Holstein. Eine befragte Lehrkraft kam aus Baden-Württemberg. Von den 8 Lehrer*innen unterrichteten mehr als Hälfte (5 von 8 Lehrer*innen) am Gymnasium und ein Viertel von ihnen (2 von 8 Lehrer*innen) an der Gemeinschaftsschule. Eine befragte Lehrkraft gab zum Zeitpunkt der Befragung an nicht aktiv in der Schule zu unterrichten, aber verfügte über jahrelange Unterrichtserfahrung an einer Sekundarschule und einer Gemeinschaftsschule. Allen Teilnehmenden war der Darwintag der Kieler Universität bekannt und jeder von ihnen hatte mindestens einmal schon daran teilgenommen mit einer Schulklasse. Die beiden online Lehrerbefragungen fanden außerhalb der regulären Schulzeit statt. Bei der ersten Befragung nahmen 5 Lehrkräfte teil, bei der zweiten Befragung 3 (siehe Tabelle 11 zur Übersicht).

Tabelle 11. Allgemeine Angaben zur Stichprobe der Fokusgruppeninterviews

Fokusgruppen	Alter	Gruppeneinteilung	Zeitpunkt der Datenerhebung
Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung (int.)	zw. 28-53 Jahren	10 (4 Fokusgruppen)	Juli 2021
Lehrer*innen vornehmlich aus S-H	zw. 30-65 Jahren	8 (3 Fokusgruppen)	Sept./Okt. 2021
Oberstufenschüler*innen aus S-H	zw. 17-20 Jahre	29 (4 Fokusgruppen)	Sept./Okt. 2021

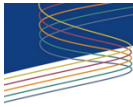
Die Teilnahme an den Fokusgruppeninterviews war für die Schüler*innen und Lehrer*innen völlig freiwillig. Zur Rekrutierung der teilnehmenden Lehrkräfte wurden diese über informelle, lokale Netzwerke (E-Mail) informiert. Die teilnehmenden Schüler*innen wurden persönlich über den Besuch der Doktorandin informiert und sind durch die vermittelnde Position der Lehrkraft rekrutiert worden. Bei beiden befragten Gruppen wurde nicht versucht eine repräsentative Stichprobe der Gruppen zu bilden, vielmehr haben sich die Teilnehmer*innen auf die Einladung freiwillig zur Verfügung gestellt. Ein Kriterium zur Teilnahme an der Studie war, dass die befragten Schüler*innen und Lehrer*innen den Darwintag an der Kieler Universität kennen und im besten Fall schon mindestens einmal daran teilgenommen haben. Bei der Befragung der beiden Gruppen wurde die Sitzung erst nach ausdrücklicher Zustimmung aller beteiligten Personen für die Dauer der Erhebung (speziell für die Diskussionsphasen) mit *Big Blue Button* aufgezeichnet. Des Weiteren wurde ein interaktives *Padlet* Board verwendet, das die Ergebnisse der Diskussionen mit den Teilnehmenden zusätzlich schriftlich festhält, vornehmlich durch die zweite Moderatorin.

4.1.2 Durchführung der Fokusgruppeninterviews

4.1.2.1 Studie mit Wissenschaftler*innen

Die online-Befragungen der Wissenschaftler*innen fanden innerhalb eines internen Workshops zur Wissenschaftskommunikation im Verbund des SFB 1182 über der Kommunikationsplattform *Zoom* statt. Der Workshop gliederte sich in 3 unterschiedliche Teile und wurde angesetzt für 180 Minuten in englischer Sprache aufgrund des international besetzten SFB. Im ersten und einleitenden Teil des Workshops wurde die Relevanz von Wissenschaftskommunikation und ihrer Forschung aufgezeigt, indem gezeigt wurde, wo überall Wissenschaftskommunikation stattfindet, warum dies wichtig ist und wie diese ausgestaltet sein kann (10-15 min). Im zweiten Abschnitt und gleichzeitig Hauptteil der Workshops (80-90 min) fand die praktische Phase des Workshops statt, indem verschiedene Aufgaben (siehe nachfolgende Folien) in *Break-out rooms* bearbeitet wurden. Hierfür wurden vier Gruppen mit zufälliger Auswahl der teilnehmenden Wissenschaftler*innen erstellt. Die vier Gruppen wurden von der Doktorandin sowie ihrer Mentorin und erstbetreuenden Professorin moderiert, die gleichzeitig Notizen erstellten. Die Aufgabenbearbeitung sowie die Aufzeichnung der Notizen wurden über ein begleitendes *Padlet-Board* gesichert. Die Hauptphase unterteilte sich in zwei Abschnitte.

Im ersten Abschnitt der Hauptphase konzentrierten sich die beiden Aufgaben auf drei ausgewählte Zitate zum Thema der „Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen“ (siehe Abbildung 24, unterer Abschnitt mit den *Concept Cartoons*, für weiterführende Informationen zur Methode der *Concept Cartoons*, siehe Arnold, Kremer & Mayer, 2016). Die drei Zitate stammen aus der Schülervorstellungsforschung von Hörsch und Kattmann (2005) sowie einer zu der Zeit begleitenden Masterarbeit am IPN Kiel. Alle ausgewählten Zitate entsprechen gängigen Fehlvorstellungen von Schüler*innen und wurden exemplarisch für die Wahrnehmung von Mikroorganismen (hier vordergründig Bakterien) von Schüler*innen im Alter der Mittel- bis Oberstufe ausgewählt (für weitere Fehlvorstellungen im Umgang mit Mikroorganismen siehe Kapitel 2.2.1 im Theoretischen Hintergrund dieser Arbeit). Hinsichtlich der drei Aussagen sollten sich die teilnehmenden eine Unterhaltung mit Schüler*innen vorstellen, bei der sie auf die Schüleraussagen in den Gedankenblasen antworten sollten. Bei der zweiten Aufgabe sollten sich die Wissenschaftler*innen vorstellen, dass sie eine Einladung an die Schule bekommen haben und nun auswählen sollten, welchen Inhalt sie über ihre Forschung der Metaorganismus-Forschung an Schüler*innen vermitteln möchten, wie sie dies vermitteln würden und warum sie sich für den Inhalt entschieden haben (siehe nachfolgende Abbildung 24, Aufgabe 1 und 2).



Phase 1: Ideas about bacteria



When school students asked about their conceptions to bacteria, they often give simple answers with assigning static and unambiguous properties to bacteria.

Please discuss the following questions in your groups and writing your results in *Conceptboard*.

Exercise 1: What would you telling these school students? Using examples from your research.

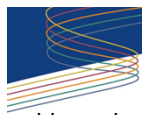
Exercise 2: You have an invitation to a school. What content (e.g. concepts, terms) from metaorganism research would you present? How would you do this? And why do you choose these content?



Abbildung 24. Originalausschnitt aus den Arbeitsaufträgen beim Workshop der Wissenschaftler*innen zu Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen.

Im zweiten Abschnitt der Hauptphase fokussierten sich die beiden Aufgaben erneut auf drei ausgewählte Zitate. Die Zitate wurden nach häufigen Fehlvorstellung im Bereich der Evolutionsforschung ausgewählt. Die Zitate stammen aus den eigenen Evaluationen vergangener Darwintage sowie einer begleitenden Bachelorarbeit und Masterarbeit zu Vorstellungen im Bereich *Nature of Science* in Verbindung zur Evolutionsforschung (siehe Folie, unterer Abschnitt in den Gedankenblasen). Die Zitate wurden ausgewählt, weil sie zum einen exemplarisch für Schülervorstellungen aus dem Bereich stehen und zum anderen spezifisch auf das Format des Darwintages adaptiert werden können.

Bei der ersten Aufgabe sollten sich die Wissenschaftler*innen des SFB 1182 vorstellen, dass sie mit einem Schüler*in sprechen und dabei erklären was ein moderner Wissenschaftler*in ist. Dabei sollte direkt Bezug auf die Zitate der Schüler*innen genommen. Bei der zweiten und letzten Aufgabe der praktischen Phase sollten sich die Wissenschaftler*in erneut vorstellen, dass sie eine Einladung an die Schule bekommen haben und nun auswählen sollten, welche Methoden sie über ihre Forschung der Metaorganismus-Forschung an Schüler*innen vermitteln würden, warum sie diese vermitteln würden und warum sie sich ausgerechnet für diese Methode entschieden haben (siehe nachfolgende Abbildung 25, Aufgabe 1 und 2).



Phase 2: Ideas about science and researchers



Ideas about science are often limited to stereotypical patterns: "intelligent", "important", "white coat in a lab". But do these attributions correspond to the reality of modern science and their researchers?

Please discuss the following questions in your groups and writing your results in Conceptboard:

Exercise 1: How would you explain a school student what a scientist in modern research is (please refer to the statements below)?

Exercise 2: You have an invitation to a school. What research methods or aspect of research would you explain to the school students? How would you do this? And why do you choose these research methods?

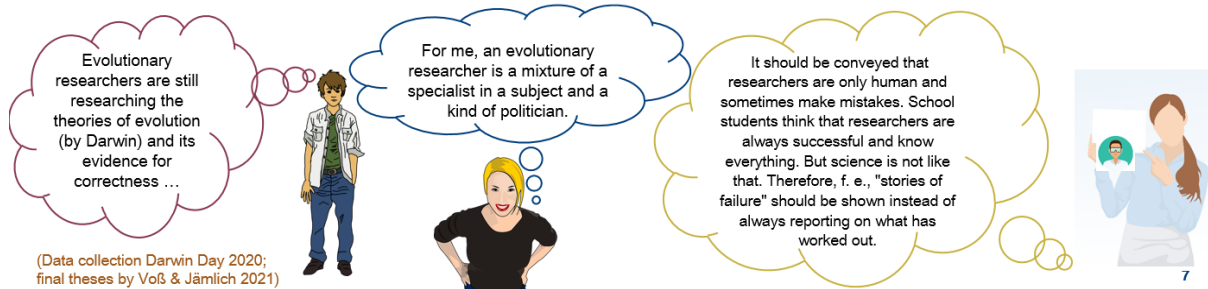


Abbildung 25. Originalausschnitt aus den Arbeitsaufträgen beim Workshop der Wissenschaftler*innen zu wissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen (Nature of Science).

Nach der aktiven Bearbeitung der Aufgaben fand eine kurze Reflexion und Ergebnisbesprechung mit den gesamten Mitgliedern des Workshops statt, bei denen ein kurzer Ausblick auf weitere Forschungsschritte dieser Promotionsarbeit gegeben wurde. Im abschließenden Teil des Workshops (ca. 20-25 min) übernahmen die Kooperationspartner des *Science Communication Lab* (SciComLab) und stellten ihre Ergebnisse einer digitalen Lern-App vor. Der Workshop endete mit einer kurzen Feedbackrunde (10 min).

Hinsichtlich der Befragung der Wissenschaftler*innen wurden die Ergebnisse genutzt, um Schlüsselkonzepte aus Sicht von Expert*innen (in unterschiedlichen Karrierephasen) für die Vermittlung der Metaorganismus-Forschung an Schüler*innen zu bilden und diese als Impulse für die weiteren Befragungen zu nutzen. Methodisch wurde dieser Zwischenschritt zur Auswahl der Sprachimpulse (in Form von *Concept Cartoons* nach Arnold, Kremer & Mayer, 2016) für die Lehrenden und Lernenden genutzt und beim Vorgehen an der zusammenfassenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) orientiert. Dieser Schritt wurde durchgeführt, da die Metaorganismus-Forschung ein bislang noch neues und modernes Forschungsfeld ist, das noch wenig bis teilweise keinen Einzug in die fachdidaktische Forschung und die schulischen Curricula erhalten hat. Mit Hilfe der fünf Schlüsselkonzepte wurden die inhaltlichen Sprachimpulse für die Lehrenden und Lernenden ausgewählt, die nach Möglichkeit so viele Konzepte wie möglich abdecken sollten, um zu gewährleisten, dass das Thema der Metaorganismus-Forschung in vielfältiger Weise präsentiert wird. Zitat 1 (v.a. Konzept 1), Zitat 2 (v.a. Konzept 3), Zitat 3 (v.a. Konzept 5). Diese nachfolgenden Schlüsselkonzepte (Abbildung 26) dienten jedoch nur für interne Reflexionen und wurden nicht weiter im Forschungsprozess verwendet.

Für die Aussagen der NOS-Impulse diente als grundlegendes Analysemodell der FRA-Ansatz. Die drei Zitate (siehe Abbildung 27) wurden nach den drei Ebenen des FRA-Ansatzes orientiert, indem jedes Zitat mehrere Ebenen des FRA-Modells anspricht (siehe für das FRA-Modell, Abbildung 6). Das erste Zitat verbindet vor allem die einzelne Arbeit des Forschenden mit der im Team (innere zwei Kreise), Zitat 3 zu den ungelösten Fragen verbindet den mittleren mit dem äußeren Kreis.

<p>1: Alles interagiert miteinander!</p> <p>Welcher Inhalt: Du bist nicht allein! Wir sind mit einer komplexen mikrobiellen Gemeinschaft verbunden; die Störung dieser kann zur Entwicklung von Krankheiten beitragen.</p> <p>Warum dieser Inhalt: Wir bestehen nicht nur aus Genen, sondern unsere Physiologie ist stark von Bakterien abhängig - Um Krankheiten zu verstehen, müssen wir Bakterien verstehen.</p> 	<p>2: Wie funktioniert diese Interaktion?</p> <p>Welcher Inhalt: Quorum Sensing (Q.S.) und Quorum Quenching (Q.Q.) als Mechanismen der bakteriellen Kommunikation, die sowohl schädliche als auch nützliche Wirt-Interaktionen beeinflussen.</p> <p>Warum dieser Inhalt: Q.S. und Q. Q. stellen wichtige Mechanismen der bakteriellen Kommunikation dar, die in der Regel bei SuS wenig bekannt sind.</p> 	<p>3: Welche Folgen hat diese Interaktion für die Beteiligten?</p> <p>Welcher Inhalt: Die Vielfalt der Bakterien in verschiedenen Kontexten zeigen: Positive Bsp. wie Symbiose, Verdauung; aber auch negative Bsp. wie Autoimmunerkrankungen (z.B. Allergien) oder Blasenentzündung.</p> <p>Warum dieser Inhalt: Zeigen häufig nur einen kleinen Teil eines großen Bildes (das Große und Ganze im Blick haben); Untrennbar miteinander verbunden - Bakterien und das Mikrobiom als "romantische Gemeinschaft"</p> 	<p>4: Warum gibt es überhaupt diese Interaktion (Entstehungsgeschichte)?</p> <p>Welcher Inhalt: Zusammenkunft von Organismen und Bakterien durch Evolution; Gem. Entstehungsgeschichte thematisieren - Gemeinsames zw. uns und Bakterien</p> <p>Warum dieser Inhalt: Hinterfragen, warum wir überhaupt diese Gemeinschaft mit Bakterien eingegangen sind. Z.B. Höherentwicklung des menschlichen Gehirns durch Outsourcing wichtiger Prozesse und Abläufe mit Hilfe von Bakterien?</p> 	<p>5: Gibt es nur gute oder schlechte Bakterien?</p> <p>Welcher Inhalt: Kritischer Umgang mit "Hygienewahn,, - Schlechtes Image der Bakterien verbessern durch positive Bsp. Die meisten Bakterien weder gut noch schlecht - sondern "neutral"; hängt auch von Ort und Dichte ab (Bsp. E. coli).</p> <p>Warum dieser Inhalt: Missverständnis über unser Verständnis von Mikroben. Hat historische Gründe: Wir wurden im Laufe der Geschichte erheblich von schädlichen Mikroben beeinflusst, die Epidemien und Pandemien verursachten.</p> 
Ökologiekonzept			Evolutionskonzept	

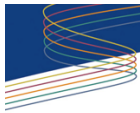
Abbildung 26. Übersicht zu den angesprochenen Konzepten bezogen auf die Fachinhalte der Metaorganismus-Forschung für Schüler*innen als Zielgruppe

4.1.2.2 Durchführung der Studie mit Lehrer*innen und Schüler*innen

Die Befragungen der Lehrkräfte und die Befragungen der Schüler*innen verfügten über den gleichen Aufbau sowie die gleichen Impulse bei der Diskussionsphasen. Aus diesem Grund werden die Informationen zur Durchführung der Studie nachfolgend in einem gemeinsamen Fließtext dargestellt.

Insgesamt dauerten die Fokusgruppeninterviews der Lehrer*innen und Schüler*innen in der Regel zwischen 90-120 Minuten und wurden einmalig in deutscher Sprache durchgeführt aufgrund des leichteren Zugangs in der Muttersprache der Teilnehmenden. Im Erkenntnisinteresse der Fokusgruppeninterviews lagen vornehmlich die Hauptphasen von 40-45 Minuten, sodass diese vordergründig aufgezeichnet und analysiert wurden. Insgesamt gliederten sich die Fokusgruppeninterviews in fünf Phasen, die angelehnt an den Aufbau von Benighaus und Benighaus (2012) waren. Die Sitzung startete mit der Einführungsphase in die Studie und der Begrüßung (10 Minuten). Anschließend wurde in die Übergangsphase mit der Vorstellung der Teilnehmenden und dem Austausch über die Erfahrungen des Darwintages an der CAU Kiel geleitet (10 Minuten). Die wichtigste Phase in der Datenerhebung war die Hauptphase mit zwei gegliederten Teilen von ca. jeweils 20-25 Minuten. Dafür wurde die befragte Gruppe je nach Anzahl der Befragten in eine Gruppe oder zwei Gruppen während der Hauptphasen aufgeteilt und in verschiedene *Break-out Räume* verteilt. Diese Teilung sollte den teilnehmenden Schüler*innen eine angenehme Gesprächsatmosphäre ermöglichen, indem mehr einzelne Schüler*innen in der kurzen Zeit diskutieren und sich aufeinander bei ähnlichen oder ungleichen Ansichten aufeinander beziehen können. Die erste Diskussionsphase der Hauptphase umfasst die Meinung und Vorstellungen der Lehrer*innen und Schüler*innen zu den Zitaten auf den präsentierten Folien. Die drei Aussagen der Wissenschaftler*innen kamen direkt in dieser Form oder als Zusammenstellung von zwei ähnlichen Zitaten von den teilnehmenden Wissenschaftler*innen und wurden so ausgewählt, dass sie auch mehrere der herausgearbeiteten Schlüsselkonzepte aus der Metaorganismus-Forschung²⁶ beinhalteten (siehe Abbildung 27).

²⁶ Kommentar zur Begrifflichkeit Bakterien vs. Mikroorganismen: In dieser Studie wurde sich im Rahmen der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen kommt es immer wieder dazu, dass die Zielgruppe sich vor allem auf Bakterien als Organismengruppe bezieht. An dieser Stelle soll jedoch klar gestellt werden, dass Bakterien nur eine



Beim Workshop mit Wissenschaftler/innen aus der Bakterien-Wirt-Forschung sind spannende Diskussionen entstanden. Elemente aus der Diskussion können Sie in den Sprechblasen im unteren Teil der Folie nachverfolgen.

Nehmen Sie Stellung zu den folgenden Aussagen und diskutieren Sie in Ihren *Break-out Rooms*.

Aufgabe: Welche Botschaften zum Thema Bakterien-Wirt-Beziehungen sind aus ihrer Sicht wichtig an Schüler*innen zu vermitteln? Haben Sie erste Ideen, wie man dieses im Unterricht einbinden könnte?

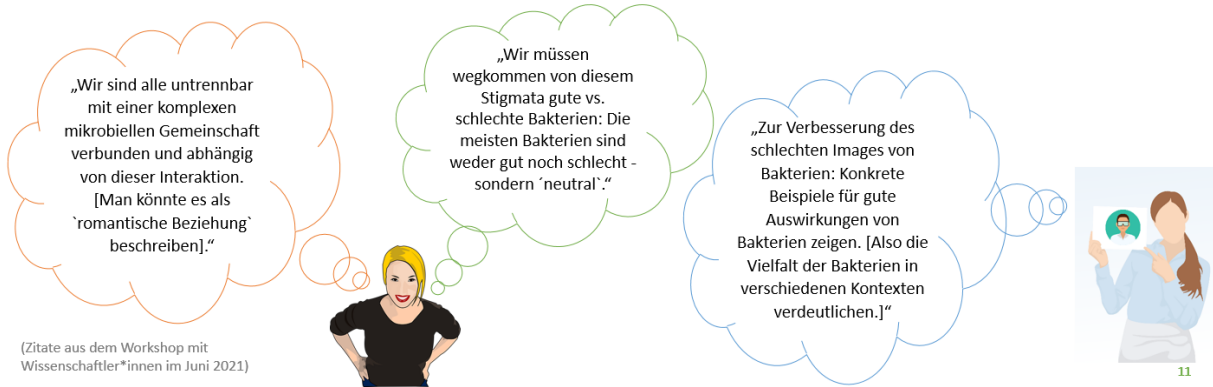


Abbildung 27. An Concept Cartoons angelegte Zitate von Metaorganismus-Forschenden zu Mikroorganismen-Wirt-Interaktionen. In jeder Gedankenblase dieser drei Zitate ist ein Zitat eines Wissenschaftlers*in dargestellt.

Der zweite Diskussionsteil der Hauptphase umfasst die Vorstellungen und Meinungen der Lehrer*innen und Schüler*innen zu den Zitaten über wissenschaftliches Denk- und Arbeitsweisen (*Nature of Science*) innerhalb der Gedankenblasen auf der Folie (siehe Abbildung 28). Die drei Zitate stammen ebenfalls direkt aus der Befragung der Metaorganismus-Forschenden. Bei der Zusammenstellung der Zitate wurde darauf geachtet, dass alle drei Bereiche im FRA-Ansatz berücksichtigt werden und diesen abbilden (Erduran & Dagher, 2014).

Organismengruppe der Mikroorganismen darstellen und diese Begriffe keinesfalls gleichgesetzt werden. Vielmehr zeigte dies im sprachlichen Umgang, dass auf diese Begrifflichkeiten noch sorgfältiger geachtet werden sollte!



Beim Workshop mit Wissenschaftler/innen aus der Bakterien-Wirt-Forschung sind spannende Diskussionen entstanden. Elemente aus der Diskussion können Sie in den Sprechblasen im unteren Teil der Folie nachverfolgen.

Nehmen Sie Stellung zu den folgenden Aussagen und diskutieren Sie in Ihren *Break-out Rooms*.

Aufgabe: Welche Aspekte moderner Naturwissenschaft und ihrer Wissenschaftler*innen sind aus ihrer Sicht besonders wichtig an Schüler*innen zu vermitteln? Haben Sie erste Ideen, wie man dieses im Unterricht einbinden könnte?

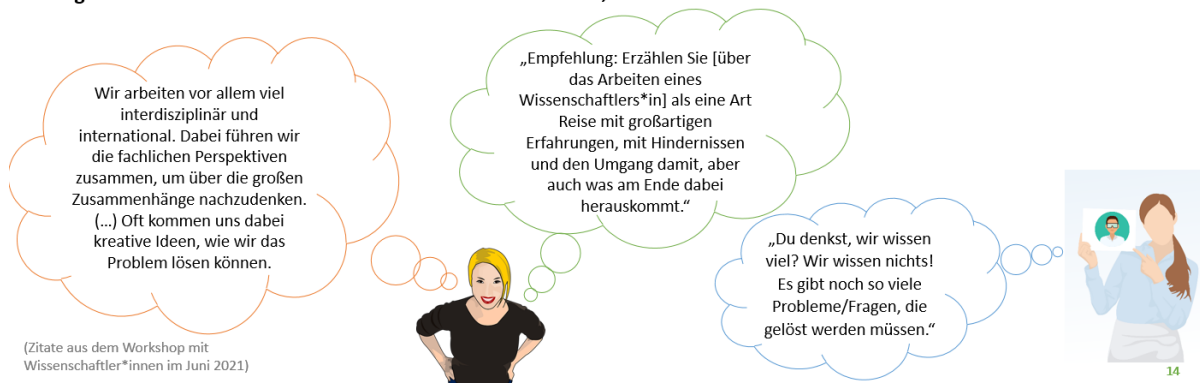


Abbildung 28. An Concept Cartoons angelegte Zitate von Metaorganismus-Forschenden zu Nature of Science-Aspekten. In jeder Gedankenblase dieser drei Zitate ist ein Zitat eines Wissenschaftlers*in dargestellt.

Nach dem Vorlesen der Gedankenblasen durch die Moderatorin sowie die Erläuterung der Aufgabenstellung wurde die Diskussion der ersten und zweiten Hauptphase mit der allgemeinen Frage: „Wie ist Ihre Meinung zu den drei vorgestellten Zitaten der Wissenschaftler*innen?“ eingeleitet. Nach Beendigung der beiden Hauptphasen bekamen die Schüler*innen fünf Unterrichtskontexte, bei denen jeweils zwei verschiedene Arten der Umsetzung gezeigt wurden. Die Schüler*innen sollten sich diesbezüglich für eine Variante entscheiden und ihre Entscheidung begründen. Bei den Lehrkräften wurden nicht die Unterrichtskontexte gezeigt, sondern eine konkrete Idee zur begleitenden Unterrichtseinheit zum Darwinstag vorgestellt, zu der die teilnehmenden Lehrkräfte begründet Stellung beziehen sollten.

Zur weiteren Erhöhung der Durchführungsobjektivität wurden die Fokusgruppeninterviews vornehmlich von der Doktorandin oder geschulten Mitarbeiterinnen durchgeführt, denen ein Interviewleitfaden mit standardisierten Instruktionen und Fragen vorlag. So konnte sichergestellt werden, dass die Impulse der Moderatoren auch in den Hauptphasen einigermaßen gleich gehalten wurden, um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Erhebungen gewährleisten zu können. Gelegentlich wurden sowohl von den Teilnehmenden als auch von den Moderatoren weiterführende Fragen gestellt, auf die dann spontan geantwortet werden musste, aber den Verlauf der Diskussionen nicht maßgeblich beeinflussten. Eine Ausnahme stellte eine Schulklasse mit Problemen bei einer stabilen Internetverbindung in der Schule dar. In diesem Fall musste die Moderatorin mehr Fragen stellen und lenken, sodass die Diskussionsphasen kürzer waren und nicht alle Schüler*innen sprechen konnten. Dieses wurde entsprechend bei der Datenauswertung berücksichtigt. Zudem nahmen die Moderatoren der Break-out Räume bei den beiden Hauptphasen eine eher zurückhaltende und zuhörende Rolle ein. Es ist zudem wichtig zu betonen, dass die Moderatorinnen der Studie sehr offen an den Meinungen und dem Erfahrungsaustausch der Teilnehmer*innen interessiert waren und dass keine betätigte Aussage als falsch gilt oder bevorzugt wird. Dazu gehört bei den teilnehmenden Lehrkräften die Reflexion der eigenen Unterrichtspraxis oder der Unterrichtserfahrung bei Schüler*innen, das laute Nachdenken über die Anregungen der anderen Teilnehmenden und Zitate sowie die Berücksichtigung der eigenen Bedürfnisse der verschiedenen Lerngruppen. Für die Fokusgruppeninterviews stimmten alle Teilneh-

menden einer Audioaufzeichnung zu sowie der anonymen Verwendung der erhobenen Daten für Forschungszwecke. Alle teilnehmenden Schüler*innen und Lehrer*innen erhielten als kleines Dankeschön für ihre Teilnahme an der Studie einen Büchergutschein.

4.1.3 Datenanalyse mit qualitativer Inhaltsanalyse im induktiven Verfahren

Nach der Beendigung der Interviews wurden alle Aufzeichnungen der Schüler*innen- und Lehrer*inneninterviews transkribiert (siehe Transkriptionsregeln im Anhang der Arbeit). Diese wörtlich übernommenen Interview-Transkripte (drei Fokusgruppeninterviews von Lehrer*innen und vier Fokusgruppeninterviews von Schüler*innen) dienten als Ausgangspunkt der Datenanalyse mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse und induktiver Kategorienbildung (Mayring, 2015; Krüger & Riemeier, 2014).

Für die Daten der zweiten Studie wurde sich im Gegensatz zur ersten Studie mit deduktiver Herangehensweise nun die Zusammenfassende Inhaltsanalyse mit induktiver Kategorienbildung gewählt. Diese Herangehensweise ermöglichte eine nachvollziehbare, überprüfbare und systematische Datenauswertung, in der insbesondere nicht erwartungskonforme Aspekte des Datenmaterials durch die offene Sicht der Datenauswertung besonders berücksichtigt werden können (Frommer & Rennie, 2006). Mit Hilfe der induktiven Kategorienbildung können schrittweise und besonders nach am Untersuchungsgegenstand Kategorien gebildet werden, die eine weitreichende Verzerrung durch die Meinung der forschenden Person verhindern soll (Mayring, 2015). Das Ziel dieser Art der Auswertung ist die wissenschaftliche Untersuchung von typischen Kategorien im Sinne von Vorstellungen und Eindrücken auf Seiten der Schüler*innen und Lehrer*innen zu Aspekten der wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (*Nature of Science*) sowie Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen zum Darwintag zu finden, wie es beispielsweise auch im *Modell der didaktischen Rekonstruktion* verfolgt wird (z.B. Kattmann, 2008).

Das Vorgehen der induktiven Analyse des Ausgangsmaterials zeichnet sich durch die zusammenfassenden Schritte der *Paraphrasierung*, *Generalisierung* und *Reduktion* der Originalaussagen aus, sodass nur die wesentlichen Inhalte, sogenannte Kerninhalte, bestehen bleiben und ein übersichtlicher Kurztex oder Kurzzitate entstehen. Im Gegensatz zur deduktiven Herangehensweise der Kategorienbildung werden hier keine Kategorien im Vorfeld gegeben, sondern diese induktiv aus dem Ausgangsmaterial gebildet (siehe nachfolgende Abbildung 29 für das induktive Vorgehen der zusammenfassenden Inhaltsanalyse adaptiert an die Studie nach Mayring, 2015).

Ablaufmodell zusammenfassender Inhaltsanalyse

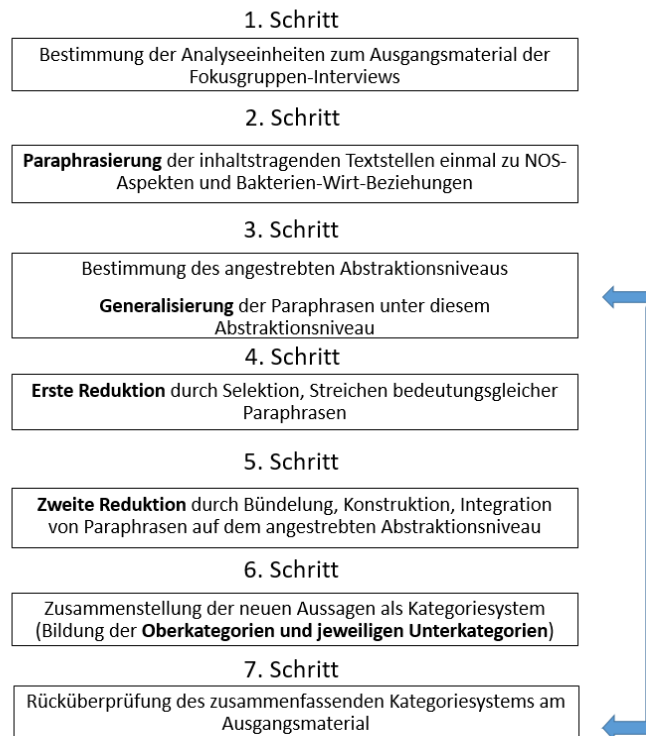


Abbildung 29. Adaptierte Version des Ablaufmodells zusammenfassender Inhaltsanalyse nach Mayring (2015)

Dieses Ablaufmodell wurde aufgrund des Ausgangsmaterials von zwei unterschiedlichen Zielgruppen zuerst nur bei den Interviews der Lehrer*innen und anschließend bei den Interviews der Schüler*innen durchgeführt. Erst in einem späteren Analyseschritt des Ausgangsmaterials wurden beide Zielgruppen in ein gemeinsames Kategoriensystem zu überführen und zusammen zu analysieren (siehe Ergebnisteil).

Beim induktiven Ansatz werden ebenfalls im Vorfeld der Untersuchung Leitfragen gestellt, auf dessen Grundlage das Material hin analysiert wird. Diese Leitfragen dienen als Selektionskriterium für die auszuwählenden Textabschnitte. Im Falle der ersten Hauptphase zu Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen wurden daher folgende Leitfragen gestellt, auf die das Ausgangsmaterial untersucht wurde:

- **1. Leitfrage:** Welche Kategorien lassen sich aus den Aussagen generieren, die sich mit der Beziehungsebene von Bakterien und Wirt beschäftigen?
- **2. Leitfrage:** Welche Kategorien lassen sich aus den Aussagen generieren, die sich mit der Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“ beschäftigen?
- **3. Leitfrage:** Welche Kategorien lassen sich aus den Aussagen generieren, die sich mit didaktischen Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien-Wirt-Beziehungen beschäftigen?

Kam es zu ersten Übereinstimmungen mit der jeweiligen Leitfrage, wurde hier eine erste Kategorie gebildet. Bei weiteren übereinstimmenden Textstellen zur Leitfrage wurden diese entweder in die bereits vorhandene Kategorie eingeordnet oder es wurde eine neue Kategorie gebildet. Nach diesem Verfahren wurde ein Großteil des Datenmaterials untersucht, bis nur noch einzelne Textstellen übrig waren. Nachfolgend wird ein Beispiel zur zusammenfassenden, induktiven Inhaltsanalyse zum Fachinhalt der Metaorganismus-Forschung aufgezeigt (siehe Tabelle 12, die weiteren Analysedaten sind im Anhang K zu finden).

Tabelle 12. Aufbau des Kodierprozesses aus der induktiven zusammenfassenden Inhaltsanalyse zum Fachinhalt der Metaorganismus-Forschung

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung	Paraphrase	Originalzitate der Schüler*innen zu Mikroorganismen
Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Wirt hat ein Abhängigkeitsverhältnis zu Bakterien	Überlebenswichtige Bakterien in uns	Wissen um überlebenswichtige Bakterien in uns.	Gibt Bakterien, ohne die wir nicht überleben können.	S: Ich weiß halt, dass es Bakterien gibt, ohne die wir nicht überleben können. Und das ist mir halt eingefallen, als ich das erste Zitat [zu der mikrobiologischen Gemeinschaft] gelesen habe. (S1; Z. 55-57)

Das gleiche Verfahren wurde bei dem Datenmaterial zu *Nature of Science* durchgeführt, indem die folgenden Leitfragen gebildet wurden:

- **Leitfrage 1:** Welche Kategorien lassen sich aus den Daten generieren, die sich mit der Vermittlung von Interdisziplinarität in der Forschung beschäftigen?
- **Leitfrage 2:** Welche Kategorien lassen sich aus den Daten generieren, die sich mit vielfältigen Einblicken in Forschungsprozesse beschäftigen?
- **Leitfrage 3:** Welche Kategorien lassen sich aus den Daten generieren, die sich mit ungelösten Problemen der Wissenschaft beschäftigen?

Anschließend erfolgte eine erneute Überprüfung zwischen den zu untersuchenden Leitfragen und den gebildeten Kategorien. Dabei war es wichtig, das Niveau der Abstraktion sowie das Selektionskriterium passend auszuwählen. Ist dies nicht der Fall, kann es zu Doppelnennungen bei den Kategorien kommen und so das Ergebnis verfälschen. Wird zum Beispiel die Unterkategorie „Motivationale Faktoren“ benannt und als Ausdifferenzierung dieser weitergehend die Kategorie „Interesse steigern“ gebildet, so ist das Abstraktionsniveau bei der ersten Kategorie höher und die Textstelle könnte in beide Kategorien einsortiert werden. Daher ist beim Bilden der Kategorien sehr wichtig, dass alle Kategorien auf einem Abstraktionsniveau liegen. Ein hohes Abstraktionsniveau birgt die Gefahr eines Verlustes von Informationen. Daher ist eine erste Kodierung mit möglichst textnahen Kategorien ratsam, die durch spätere Ober- und Unterkategorien noch weiter abstrahiert werden können. Auch zu den NOS-Aspekten wird nachfolgend ein Beispiel zur Visualisierung der induktiven zusammenfassenden Inhaltsanalyse gegeben (siehe Tabelle 15, die weiteren Analysedaten sind im Anhang J zu finden):

4.1.3.1 Prozess der Kategorienbildung

Gemäß dem induktiven Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse erfolgt eine theoretische Auseinandersetzung mit den Regeln zum Kodieren der Aussagen. Mayring (2015) schlägt daher vor, genau festzulegen, wie eine Analyse- und Kontexteinheit, die Fragestellung, sowie eine Kodiereinheit und Kontexteinheit auszusehen haben. Mit Hilfe der Kodierung einer zweiten Person des gleichen Materials können so die Kodierregeln geprüft und weitergehend die Gütekriterien der Objektivität und Reliabilität besser erreicht werden.

Tabelle 13. Aufbau des Kodierprozesses aus der induktiven zusammenfassenden Inhaltsanalyse zu NOS-Aspekten in der Metaorganismus-Forschung

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung	Paraphrase	Originalzitate der Schüler*innen zu Mikroorganismen
Interdisziplinarität	Voraussetzungen in der Schule	Chancen bei der Vermittlung des interdisziplinären Ansatzes	Bessere Nachvollziehbarkeit	Interdisziplinäres Arbeiten wichtig, weil sich alles überschneidet und stört, wenn bestimmte Informationen fehlen.	Interdisziplinäres Arbeiten wichtig, weil sich das alles überschneidet und auch stört, wenn bestimmte Informationen fehlen	S: Ja, auf jeden Fall [wichtig mit dem interdisziplinären Arbeiten]. Ich glaube, dass ist auch das Ähnliche wie eben. Das dass eben alles übereinander hergeht, eben übereinander schneidet, aber dass das teilweise auch stört, wenn eben bestimmte Informationen fehlen. (I3; Z. 185-187)

Analyse- und Kontexteinheit

In dieser Arbeit wurde jedes einzelne Fokusgruppen-Interview mit den Schüler*innen und Lehrer*innen als Analyse- und Kontexteinheit gezählt.

Identifizierung relevanter Textstellen

Zu den relevanten Textstellen wurde bezüglich der Forschungsfragen dieser Arbeit erstmal jede Äußerung zu den Zitaten in der Hauptphase der Analyse gezählt. Standen einzelne Äußerungen in gar keinem Zusammenhang mit den Leitfragen der Analyse, so wurden diese gesondert in einer anderen Tabelle festgehalten und nicht dem fokussierten Kategoriensystem hinzugefügt.

Kodiereinheit

In dieser Arbeit wurde als Kodiereinheit mindestens ein Satzteil, wenn möglich jedoch immer ein ganzer Satz und bestmöglich mehrere aufeinander bezogene Sätze aus einem Sinnzusammenhang angesehen. Sollte im Satz das Thema gewechselt werden und nicht in direkter Beziehung zu der relevanten Fragestellung der Arbeit steht, so wurde dieser Teil nicht mit in die Kodiereinheit aufgenommen und gegebenenfalls an anderer Stelle kodiert oder ganz herausgelassen. Mit in die Kodiereinheit aufgenommen und als eine Kodierung angesehen wurde, wenn im Transkript mehrere aufeinander folgende Sätze den gleichen Inhalt ansprechen. Wiederholungen im späteren Verlauf des Transkripts wurden im ersten Schritt generalisiert und ggf. später bei der Reduktion gestrichen. Bei Mehrfachnennungen wurden diese bei der Reduktion zusammengefasst sowie Bewertungen, die nur in einem Teil der Nennungen erkennbar sind, mit übernommen. Ebenso fand eine Zusammenfassung der Kodiereinheiten statt, wenn die Person das gleiche Konzept im Laufe der Fokusgruppeninterviews nochmal anspricht oder darauf verweist. Dieses konnte dann als eine Einheit zusammengeführt werden. Nicht zulässig ist das

Auseinanderreißen von Sätzen innerhalb eines Sinnzusammenhangs, der vielleicht für sich auch an anderer Stelle so stehen könnte. Die Kodiereinheiten mussten immer in Bezug auf die Leitfragen und den Sinnzusammenhang des Gespräches innerhalb der Fokusgruppen analysiert werden.

Kategorienbildung

Bei dieser Arbeit wurde eine induktive Kategorienbildung nach Mayring (2015) durchgeführt, die zunächst wenn möglich so nah wie möglich am Text bleibt. Zu Beginn wurde ein möglichst niedriges Abstraktionsniveau angestrebt, sodass vermieden werden soll, dass bereits zu fern vom Text bearbeitet wurde und dies die weitere Datenauswertung behindern könnte. Wenn eine neue Textstelle auftritt, die für die Fragestellung relevant ist, dann sollte zuerst geprüft werden, ob es dazu schon eine bereits existierende Kategorie gibt, in die die Textstelle gut passt und eingeordnet werden. Eine Hilfe können Ankerbeispiele oder schon bereits eingeordnete Beispiele sein. Sollte die Textstelle in keine bereits existierende Kategorie eingeordnet werden können, wurde einfach eine neue Kategorie angelegt und die Textstelle darin eingeordnet (gemäß den Regeln der Kategorienbildung).

Die Kategorienbildung erfolgte induktiv und so nah wie möglich am Text, sodass das beschriebene Abstraktionsniveau zunächst sehr niedrig gehalten wurde und dann immer abstrakter wurde (siehe Abbildung 29 für das Ablaufschema der Datenanalyse).

Kategorieneinordnung

Neue Textstellen der zugehörigen Leitfrage unterliefen den Prozess der Zugehörigkeit einer schon bereits vorhandenen Kategorie oder bei nicht Passung der Schaffung einer neuen Kategorie (Zur Hilfe der besseren Zuordnung wurden Ankerbeispiele für jede Kategorie beigelegt).

4.1.3.2 Prozess der Kategorienüberprüfung

Überprüfung der Kodierregeln

Zur Überprüfung der Kodierregeln und dem Kodierleitfaden wurde exemplarisch ein Interview (13 % des Datenmaterials) von zwei Personen kodiert. Hierauf folgte das gegenseitige Vergleichen der Zuordnungen von Textpassagen. Bei Unstimmigkeiten handelten beide Kodiererinnen dies iterativ auf Basis des Kategoriensystems aus, bis ein Kompromiss diesbezüglich gefunden wurde.

Der zweiten Kodiererin wurde ein Kodierleitfaden (siehe Anhang G) ausgehändigt sowie ein persönliches Gespräch zur Erklärung der Aufgabe und Sicherstellung, dass die Aufgabenstellung verstanden wurde. Die zweite Person hatte neben der Zuordnung der Textstellen ebenfalls die Aufgabe selbst Unterkategorien für das Kategoriensystem zu bilden. Bei dem die Oberkategorien schon vorgegeben wurden. Bei Unstimmigkeiten handelten beide Kodiererinnen dies iterativ auf Basis des Kategoriensystems aus, bis ein Kompromiss diesbezüglich gefunden wurde. Anschließend wurden die Kodierregeln in Hinblick auf präzise Formulierungen und Anweisungen angepasst, sodass im Anschluss ein weiteres Interview kodiert wurde.

Interrater-Reliabilität

Zu den allgemeinen Gütekriterien wissenschaftlicher Arbeit gehörte neben der Objektivität und Validität, auch die Reliabilität. Dieses sagte aus, wie genau ein Verfahren das anzusprechende Merkmal erfasst. Um die Reliabilität des Datenmaterials zu überprüfen, wurde ein Teil der Transkripte von einer weiteren Person kodiert und nach den Übereinstimmungen beider Personen geschaut. Dieses Überprüfungsverfahren nennt sich Interrater-Reliabilität und das dazugehörige statistische Maß *Cohen's*

Kappa. Mit Hilfe von *Cohen's Kappa* kann die Konkordanz²⁷ mit Beachtung der per Zufalls zu erwartenden Übereinstimmung eines Raters errechnet werden. Die Interrater-Reliabilität ist bei qualitativen Verfahren eine bewährte Methode, um die Reliabilität zu validieren. Diese Interrater-Reliabilität nimmt dabei einen Wert zwischen -1 und 1 ein. Der Wert 1 zeigt eine perfekte Übereinstimmung bei der Rater an, der Wert -1 zeigt keine Übereinstimmungen an. Zur weiteren Einordnung des Kappa-Wertes weist die Fachliteratur ein nicht einheitliches Bild auf. Im Allgemeinen spricht man bei einem Kappa-Wert ab etwa 0,6 von einer guten Übereinstimmung, zeigt der Wert Übereinstimmungen höher als 0,75 kann sogar von einer sehr guten Übereinstimmung gesprochen werden (Vgl. Wirtz & Caspar, 2002).

Durchführung der Interrater-Reliabilität

In dieser Arbeit wurde angestrebt, dass für die Berechnung der Interrater-Reliabilität nach Ausarbeitung des Kategoriensystems und Prüfung der Kodierregeln weitere zwei Interviews pro Kategoriensystem, also 20-30% des Materials, durch eine weitere Person unabhängig voneinander kodiert werden. Diese Überprüfung der Reliabilität erfolgt mittels *Cohen's Kappa*. Bei der Berechnung wurden nur Kategorien berücksichtigt, bei der zumindest ein Rater mindestens fünf (hier erstmal auch mindestens 2 Kodierungen anfangen) Kodierungen eingeordnet hat. Niedrigere Zuordnungen verweisen bei der Berechnung von *Cohen's Kappa* weitaus höhere Unzuverlässigkeit auf, die dadurch vermieden werden sollte.

Die Berechnung von Cohen's Kappa beim Kategoriensystem der Schüler*innen und Lehrer*innen zu den Fachinhalten und den *Nature of Science*-Aspekten ergab in dieser Arbeit einen Wert von 0,49 und einen Wert von 0,54 heraus. Die Werte können nach Landis und Koch (1977) als moderater Zustimmungswert (zwischen 0,41 bis 0,60) eingeordnet werden. Weil beide Rater mit diesem Wert noch nicht zufrieden waren, gab es die folgenden Überarbeitungen im Kodierungsprozess. Zuerst einmal wurde überprüft, wie eine Kodiereinheit laut der Promovierenden verstanden wurde. Hier gab es bei Rücksprache zur zweiten Raterin eine Änderung, bei der einzelne Sätze oder mehrere Sätze immer nur im Sinnzusammenhang des Gesprächs und der Leitfrage zu sehen sind. Auch wenn einzelne Sätze für sich genommen in mehrere Kategorien einordbar wären, muss sich die Raterin an den Sinnzusammenhang halten und sich dann entscheiden, wo es besser eingeordnet werden kann, anstatt dies bei beiden zuzuordnen. Nach der gemeinsamen Besprechung der beiden Kodiererinnen wurde beim Kategoriensystem ein Zustimmungswert von 0,68 und 0,72 erreicht. Beide Werte sind als gute Zustimmungswerte zuzuordnen (Landis & Koch, 1977).

4.2 ERGEBNISSE zu Metaorganismus-Aspekten

Die zweite Studie dieser Promotionsarbeit ist an die zweite Phase des DBR-Zyklus (Design & Konstruktion) angelehnt. Nachfolgend werden zuallererst die Gemeinsamkeiten der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen und Schüler*innen zu Aspekten von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen innerhalb von drei gemeinsamen Kategoriensystemen dargestellt (Kapitel 4.2), anschließend folgt die Präsentation der Unterschiede zwischen den Antworten der Lehrer*innen und Schüler*innen hinsichtlich gleicher „Deutungsräume“ (Kapitel 4.3). Als Synthese aus den Gemeinsamkeiten und Unterschieden der Interviewantworten von Lehrer*innen und Schüler*innen werden zusammenführende Designrichtlinien mit dem Schwerpunkt zu Aspekten der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen dargestellt (Kapitel

²⁷ Unter Konkordanz wird der Zusammenhang gleicher oder vergleichbarer Wörter verstanden, die an verschiedenen Arten eines Textes stehen und ist ein Richtwert zur Beurteilung der Vergleichbarkeit von zwei Kodierern bei der qualitativen Inhaltsanalyse.

4.4) und in entwickelnde Unterrichtsmaterialien sowie weiterführende Produkte integriert (Kapitel 4.5).

4.2.1 Aspekt – Beziehungsebene von Mikroorganismen und Wirten

Nachfolgend werden im ersten Schritt hier die Gemeinsamkeiten der Interviewantworten teilnehmender Lehrer*innen und Oberstufenschüler*innen in einer gemeinsamen Tabelle dargestellt. Zur besseren Übersicht werden die drei Impulszitate aus den Workshop mit Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung zu Aspekten der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen dargestellt, sowie die darauffolgende Leitfrage zur induktiven Kategorienbildung der Antworten beider beteiligter Gruppen präsentiert. In den drei Tabellen sind die Ergebnisse der Kategoriensysteme gemäß der Leitfragen dargestellt, die eingeteilt sind in die übergeordnete Kategorie, die induktiv gebildeten Haupt- und Unterkategorien sowie schließlich das Herausbilden von Kategorien zur „Reduktion“ der Schüler*innen- und Lehrer*innenantworten. Dies fängt mit der Interdisziplinarität von Forschung an. Das erste Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen lautete daher:

„Wir sind alle untrennbar mit einer komplexen mikrobiellen Gemeinschaft verbunden und abhängig von dieser Interaktion. [Man könnte es als `romantische Beziehung` beschreiben]“.

Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:

Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit der Beziehungsebene von Mikroorganismen und Wirt beschäftigen?

Dahingehend wurde das nachfolgende Kategoriensystem aus den Antworten der Lehrkräfte und Lernenden erstellt (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14. Kategoriesystem der Ergebnisse der Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema „Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten
Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Symbiontische Beziehung	Fast unsichtbare Verbindung, erst bei Schwierigkeiten bemerkbar
			Unterschiedliche Bedürfnisse - Bakterien wollen überleben, für Wirt Bakterien nützlich und nicht nützlich
			Symbiose zwischen Wirt und Bakterien – beidseitiger Vorteil
			Ablehnen der Metapher „einer romantischen Beziehung“ – vielmehr untrennbare Verbindung
			Keine aktive Bemühung des Zusammenlebens durch evolutive Anpassungen
	Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Wirt hat ein Abhängigkeitsverhältnis zu Bakterien	Bakterien als Helfer z.B. im Darm
			Überlebenswichtige Bakterien in uns
		Bakterien haben ein Abhängig-	Nutzung des Wirtes als Lebensraum – keine direkten Auswirkungen

		keitsverhältnis zum Wirt	Parasitäre Nutzung des Wirtes
	Gar kein Abhängigkeitsverhältnis		Omniprésente Bakterien mit Wechselwirkungen zur Umwelt

Die Ergebnisse zur Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen zeigen, dass zum "Abhängigkeitsverhältnis" von Wirt und Mikroorganismen von Lehrer*innen und Schüler*innen drei übergeordnete Hauptkategorien gebildet werden konnten: Zum einen in Hinblick auf ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis, bei dem unterschiedliche Interessen der Mikroorganismen bzw. Bakterien und dem Wirt genannt wurden, dem symbiontischen Miteinander mit beidseitigen Vorteil und dem Aspekt der lebensnotwendigen Verbindung. Zudem wurde von den Teilnehmenden vielfach ein einseitiges Abhängigkeitsverhältnis beschrieben, bei dem Bakterien als Helfer oder als überlebenswichtig für den Wirt beschrieben werden. Dazu gab es Aussagen zum einseitigen Abhängigkeitsverhältnis, indem Bakterien den Wirt als Lebensraum nutzen und vom Wirt seine notwendigen Nährstoffe entziehen. Es wurde dazu noch kein Abhängigkeitsverhältnis beschrieben, etwa durch natürliche Wechselwirkungen mit der Umwelt.

Zusätzlich zu den Kategorien ist auch die quantitative Nennung von Aussagen für die jeweiligen Kategorien von Interesse für diese Arbeit, da so nachvollzogen werden kann, wer sich zu welcher Hauptkategorie äußerte und welche Bereiche je nach Gruppe weniger angesprochen wurden (siehe Tabelle 15). Das gleiche Verfahren wurde demnach auch bei den anderen beiden nachfolgenden Aspekten durchgeführt.

Tabelle 15. Gemeinsames Categoriesystem der Lehrer- und Schüleraussagen mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Antwortverteilung zwischen SA & LA	Anteil SA, LA, beide
Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Symbiontische Beziehung	Fast unsichtbare Verbindung, erst bei Schwierigkeiten bemerkbar	Mehr SA (6/10, 75%) als LA (4/10, 25%)	1 LA
			Unterschiedliche Bedürfnisse - Bakterien wollen überleben, für Wirt Bakterien nützlich und nicht nützlich		1 SA
			Symbiose zwischen Wirt und Bakterien – beidseitiger Vorteil		1 LA & 1 SA
			Ablehnen der Metapher „einer romantischen Beziehung“ – vielmehr untrennbare Verbindung		3 SA
			Keine aktive Bemühung des Zusammenlebens		1 LA
	Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Wirt hat ein Abhängigkeitsverhältnis zu Bakterien	Bakterien als Helfer z.B. im Darm	Mehr LA (5/8, 63%) als SA (3/8, 27%)	4 LA & 1 SA
			Überlebenswichtige Bakterien in uns		1 LA & 2 SA

		Bakterien haben ein Abhängigkeitsverhältnis zum Wirt	Nutzung des Wirtes als Lebensraum – keine direkten Auswirkungen	Gleiche Anteile von LA (4/8, 50%) & SA (4/8), 50%)	1 LA & 1 SA
			Parasitäre Nutzung des Wirtes		3 LA & 3 SA
	Gar kein Abhängigkeitsverhältnis		Omnipräsente Bakterien mit Wechselwirkungen zur Umwelt	Nur SA (1/1, 100%)	1 SA

Die Verteilung der Anzahl der Aussagen von Schüler*innen und Lehrer*innen zeigen, dass Kategorien zum gegenseitige Abhängigkeitsverhältnis überwiegend von Aussagen der Schüler*innen gebildet wurden (75%). Lehrkräfte diskutierten dahingehend vermehrt über das einseitige Abhängigkeitsverhältnis des Wirtes zu den Bakterien, sodass bei diesem Aspekt vielmehr Kategorien unter dem Einfluss der Lehrkräfte gebildet wurde (63% der Antworten). Das einseitige Abhängigkeitsverhältnis der Bakterien zum Wirt wurde von beiden Perspektiven gleichermaßen angesprochen (50% jeweils). Mit einer Rückmeldung von einem Schüler*in konnte die Aussage der Kategorie „keinem Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Bakterien“ zugeordnet werden.

Kategoriesystem zu Aussagen der Schüler*innen

Um jedoch einen fundierten Eindruck in die Bedürfnisse und das Vorwissen der Schüler*innen zu erlangen, für die das Unterrichtsmaterial angefertigt werden soll, wurde nachfolgend ein Kategoriensystem ausschließlich mit den Schüler*innenaussagen gebildet (siehe Tabelle 16):

*Tabelle 16. Kategoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Schüler*innen zur Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen*

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Symbiontische Beziehung	Unterschiedliche Bedürfnisse - Bakterien wollen überleben, für Wirt Bakterien nützlich und nicht nützlich	Bakterien nicht einteilen in "gut" und "böse", sondern in nützlich und nicht nützlich unter den richtigen Bedingungen. Abhängig aus welcher Perspektive man darauf schaut: Aus Sicht der Bakterien wollen diese nur überleben, aus Sicht des Organismus gilt die Einteilung in nützlich und nicht nützlich.
			Als Symbiose zwischen Wirt und Bakterien benannt	Interessantes Beispiel positiver Auswirkung von Bakterien im Wirt ist Symbiose von Würmern und Methan zersetzenden Bakterien. Gibt auch Bakterien, die Schwefel zersetzen können.
			Ablehnen der Metapher „einer romantischen Beziehung“ – vielmehr untrennbare Verbindung	Übertriebene Metapher als "romantische Beziehung" zwischen Bakterien und uns. Zustimmung bei untrennbarer, mikrobieller Gemeinschaft.
				Keine romantische Beziehung, Formulierung ein bisschen komisch. Zustimmung beim Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Bakterien.
				Gewisse Romantik durch gegenseitige Ergänzung und Abhängigkeit von uns und Bakterien z.B. bei Darmbakterien.

	Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Wirt hat ein Abhängigkeitsverhältnis zu Bakterien	Bakterien als Helfer z.B. im Darm	Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.
			Überlebenswichtige Bakterien für den Wirt	Wissen um überlebenswichtige Bakterien in uns. Unzutreffende Bezeichnung als "romantische Beziehung", generell Organismus abhängig von vielen Bakterien und (Bakterien) nehmen Bezug aufeinander.
		Bakterien haben ein Abhängigkeitsverhältnis zum Wirt	Nutzung des Wirtes als Lebensraum – keine direkten Auswirkungen	Teilweise einseitige Beziehung, Bakterien leben auf Körper, aber hat keine direkten Auswirkungen auf uns.
			Parasitäre Nutzung des Wirtes	Generell Symbiose auf und in dem Körper als romantische Beziehung zutreffend, aber hier eher Benutzung des Wirtes wie bei Pilzen.
				Vorstellung, dass Bakterien schlecht sind, weil sie sich vom Menschen ernähren und uns um unsere Nährstoffe berauben. Schwierig zu sagen, dass Bakterien weder gut noch schlecht sind. Gemeint sein könnte Symbiose oder ungleicher Austausch. Bakterien schlecht durch Stoffe, die sie ausscheiden und Aufnahme von Stoffen, die wir eigentlich brauchen. z.B. kein aktiver Schaden durch Darmbakterien, aber könnte bei schlechter Ernährung entstehen.
				Ablehnen der Metapher einer "romantischen Beziehung" - Unfreiwillige Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Klingt eher wie toxische Beziehung, wenn nach dem Gehörten Darmbakterien Einfluss auf unser Essen nehmen können. Art der Beeinflussung von Bakterien auf uns nicht nur biologisch interessant, sondern auch im politischen Sinne durch mögliche Manipulation von Unternehmen oder Regierungen bei Inhaltsstoffen im Essen (hineinpacken von rohen Bakterien).
Gar kein Abhängigkeitsverhältnis		Omniprésente Bakterien mit Wechselwirkungen zur Umwelt	Frühere Lehrfilmchen zu Bakterien vermittelten "Das sind die Guten und das sind die Bösen", aber nicht nur böse Bakterien, die uns krank machen vorhanden, sondern die leben überall und treten in Wechselwirkung mit der Umwelt, wie auch vielleicht mit uns.	

Die Ergebnisse des Kategoriensystems mit Schüler*innenaussagen zeigen, dass eine Kategorie zum gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis in Bezug auf die unterschiedliche Perspektive von den Bedürfnissen der Bakterien und dem Wirt sowie dem Begriff der Symbiose gebildet werden konnte. Die Ergebnisse zeigen, dass Schüler*innen häufiger Begriffe wie "untrennbar" oder "unfreiwillig" nannten, jedoch nicht nähergehend erläuterten. Hinsichtlich des einseitigen Abhängigkeitsverhältnisses vom Wirt zu Bakterien erschlossen sich Kategorien mit Begriffen wie überlebenswichtig oder Bakterien als Helfer z.B. im Darm. Einige Schüler*innen differenzierten in ihren Aussagen je nach Bakterienart in schädliche und nützliche Bakterien für den Wirt. Zur Abhängigkeit der Bakterien zum Wirt wurde als Argument das Nutzen als Lebensraums ohne direkte Auswirkung zum Wirt gegeben. Zusätzlich wurden parasitäre

Vorstellungen von Bakterien genannt, die den Wirt Nährstoffe klauen oder den Wirt schlecht beeinflussen. Nur eine Aussage der Schüler*innen deutete auf kein Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Bakterien hin. Für diese Aussage wurde eine eigene Kategorie erstellt.

Kategoriesystem zu Aussagen der Lehrer*innen

Wie bei den Analysen der Schüler*innendaten wurde ebenfalls der gleiche Analyseschritt mit ausschließlich den Lehrer*innenaussagen in einem eigenen Kategoriesystem durchgeführt. Dieses wird nun präsentiert (siehe Tabelle 17).

*Tabelle 17. Kategoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen zur Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen*

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Symbiontische Beziehung	Fast unsichtbare Verbindung, erst bei Schwierigkeiten bemerkbar	Nicht romantische Beziehung, sondern fast unsichtbar. Verbindung oft erst bei Schwierigkeiten bemerkbar, wie z.B. beim Thema Essen mit Karies oder Durchfall. Erinnerung an Mäuse mit Adipositas und Stuhltransplantation.
			Symbiose zwischen Wirt und Bakterien	Romantische Beziehung als Symbiose, die lebenswichtig ist. Denkt bei Bakterien an symbiontische Beziehungen wie im Kuhmagen oder Magen.
			Dilemma - wer wen braucht	Bei romantischer Beziehung ist die Frage: Wer braucht wen? – Solche Dilemma-Situationen und Bewertungskontexte im Biologieunterricht werden gesucht
			Keine aktive Bemühung des Zusammenlebens	Kritisch sehen mit romantischer Beziehung, klingt nach aktiver Bemühung von beiden Partnern aber nicht unbedingt der Fall durch evolutive Anpassungen.
	Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Wirt hat ein Abhängigkeitsverhältnis zu Bakterien	Bakterien als Helfer z.B. im Darm	Zugang zu Schüler*innen bei Bakterien nicht mit romantische Beziehung, sondern ich brauche Bakterien für meine Verdauung.
				Aufgrund knapper Zeitressourcen oft nur Wirtsbeziehung zum Darm thematisiert.
				Kritisch sehen mit romantischer Beziehung, klingt nach aktiver Bemühung von beiden Partnern aber nicht unbedingt der Fall durch evolutive Anpassungen. Vielleicht manchmal von Seiten der Menschen, z.B. bei Probiotika. Bei Bakterien jedoch nicht so. Leben einfach auf der Haut oder im Darm.
				Wenig Zeit, daher Spezialisierung auf Funktionales wie Gesundheit und Ernährung, Darm mit Bezug zum Menschen.
			Überlebenswichtige Bakterien für den Wirt	Romantische Beziehung als Symbiose, die lebenswichtig ist. Fast noch mehr als Liebesbeziehung, weil man nach der Trennung nicht

				stirbt, aber ohne Bakterien schon. Schön dies im Unterricht zu diskutieren.
		Bakterien haben ein Abhängigkeitsverhältnis zum Wirt	Parasitäre Nutzung des Wirtes	Thematisierung des Darmmikrobioms und was macht mich krank? - dabei Beziehung zum Wirt thematisieren.
				Interessant zum Thema Wirt-Beziehung ist Thema Darm/Mikrobiom und was macht mich krank. Durch Verdauung werden Stoffe produziert, die mich krank machen.
				Erste Assoziation mit Bakterien-Wirt Beziehungen vor allem die Wirt-Parasit-Beziehung bei Krankheiten. Interessant mehr über die positiven Seiten von Bakterien zu hören. Ruf, dass man alle Bakterien am besten töten sollte und alles steril halten sollte, vor allem jetzt mit Corona. Spannend und notwendig den Schüler*innen zu vermitteln, dass diese auch viele positive Effekte haben.
			Nutzung als Lebensraum	Bakterien wollen überleben und brauchen dafür Umgebung, in der sie sich wohlfühlen und vermehren können.

Die getrennte Auflistung des Kategoriensystems mit Lehrer*innenaussagen zeigte, dass in der gebildeten Kategorie zum gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis vor allem Aspekte zur Symbiose zwischen Wirt und Bakterien sowie den Aspekt einer unsichtbaren Verbindung, die erst bei Komplikationen sichtbar wird, eingeordnet werden konnte. Hinsichtlich des einseitigen Abhängigkeitsverhältnisses vom Wirt zu Bakterien wurden Kategorien in Verbindung als Helfer z.B. im Darm des Menschen zugeordnet sowie parasitäre Vorstellungen zwischen Bakterien und Wirten, auch im unterrichtlichen Aufgreifen dieser Thematik. Hinsichtlich der Abhängigkeit von Bakterien zum Wirt wurde der genutzte Lebensraum eingeteilt.

4.2.2 Aspekt – Wahrnehmung von Mikroorganismen

Innerhalb der Präsentation mit den drei Impulsen der Aussagen von Metaorganismus-Forschenden lautete das zweite Zitat:

„Wir müssen wegkommen von diesem Stigma gute vs. schlechte Bakterien: Die meisten Bakterien sind weder gut noch schlecht - sondern ´neutral`.“

Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:

Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit der Wahrnehmung von Mikroorganismen beschäftigen?

Hinsichtlich dieser Leitfrage konnten aus den Aussagen der Lehrer*innen und Schüler*innen folgende Kategorien gebildet werden (siehe Tabelle 18):

Tabelle 18. Kategoriensystem aus den Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema „Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten
-------------------------	----------------	----------------	---

Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“	Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Fokussierung auf negative Beispiele von Bakterien im Curriculum	Bakterien als Feindbild beim Immunsystem
			Einnahme von Medikamenten gegen Bakterien (wie Antibiotika)
			Positive Wirkung von Bakterien nur am Rande erwähnt
		Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Zu wenig aktuelles und motivierendes Unterrichtsmaterial zu Bakterien
			Schlechtes Image medial verbreitet
			Zu wenig Equipment für Schülerversuche in der Schule
		Alltagsvorstellung von Bakterien vor allem negativ	Erste Assoziation vor allem Wirt-Parasit-Beziehung
			Intuitiver Gedanke an Bakterien gleich negativ (wie vergammelte Lebensmittel, Krankheiten oder allgemein Negatives)
		Wissensdefizite zum Themenbereich rund um Bakterien	Hinterfragen des Vorurteils "böser" Bakterien in Unterricht
			Wenig Wissen über Bakterien vorhanden
	Wege zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Mehr Aufklärung über gute und schlechte Bakterien	Differenziertere Aufklärung durch Beispiele oder Aufgaben
			Früher Bakterien im Unterricht durchführen
			Begegnung von Ängsten gegenüber "bösen" Bakterien
		Perspektive verändern auf Bedürfnisse von Wirt und Bakterien	Ausgehend von Bakterien – Kampf ums Überleben
			Ausgehend vom Wirt - Einteilung in schädliche und nützliche Bakterien
		Konzept der Neutralität von Bakterien einbringen	Erwartete Reaktion zum Konzept der Neutralität von Bakterien
			Idee der Wandelbarkeit von Neutralität bei Bakterien
			Der Mensch als Lebensraum von Bakterien
			Nachfragen zum Konzept "neutrale Bakterien"
		Beispiele positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht besprechen	Bakterien im Zusammenhang mit Lebensmitteln (wie Herstellung von Joghurt, Sauerkraut)
Assoziierte Bakterien mit einem Organismus (wie die Verdauung, Haut)			
Bakterien in der Medizin und Technik (wie CRISPR CAS, Vektoren, Waschungsverfahren von Jeans)			
Umweltfaktoren (wie Bakterien im Boden, Korallen & Klimawandel)			

Hinsichtlich des gemeinsamen Kategoriensystems sprachen Lehrer*innen und Schüler*innen vor allem über die Herausforderungen und Wege zur Überwindung des Stigmas "gute vs. schlechte Bakterien", die jeweils als Hauptkategorien herausgebildet wurden (siehe Tabelle 17). Bei den Herausforderungen wurde die Fokussierung auf negative Beispiele mit Bakterien etwa beim Immunsystem oder Medika-

menten zugeordnet, aber auch strukturelle Probleme wie etwa fehlendes Unterrichtsmaterial, der mediale Einfluss, eine negative Alltagsvorstellung bei Bakterien wie Wirt-Parasit-Beziehungen und Wissensdefizite zum Themenfeld der Bakterien. Die Beteiligten diskutierten ebenfalls über Wege zur Überwindung des angesprochenen Stigmas, indem untergeordnete Kategorien wie mehr Aufklärung über „gute“ und „schlechte“ Bakterien im Unterricht, etwa zu den Ängsten gegenüber „bösen“ Bakterien, oder dem Thematisieren dieser Aspekte in jüngeren Klassen zu finden gebildet wurden. Ein weiterer Ansatz ist die stärkere Fokussierung auf die Bedürfnisse der Bakterien z.B. der Kampf ums Überleben und der des Wirtes z.B. die Einteilung in schädliche und nützliche Bakterien. Des Weiteren zeigt sich im Kategoriensystem die Kategorie zum Konzept der Neutralität von Bakterien, indem dieses weiter definiert wurde oder auch die Wandelbarkeit von Neutralität angesprochen wurde. Als letztes wurde über positive Beispiele von Bakterien besprochen (z.B. bei Themen der Ernährung, Organismen, der Medizin und Technik sowie Umweltfaktoren). Diese Kategorien lassen sich insbesondere auch im dritten Zitat und den dazugehörigen Kategoriensystemen wiederfinden (siehe Tabelle 18) und werden daher hier nicht weiter im Text ausgeführt.

Tabelle 19. Gemeinsames Kategoriensystem der Lehrer*innen- und Schüler*innenaussagen mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten	Antwortverteilung zwischen SA & LA	Anteil SA, LA, beide
Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“	Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Fokussierung auf negative Beispiele von Bakterien im Unterricht	Bakterien als Feindbild beim Immunsystem	Mehr LA (5/11, 45%) als SA (6/11, 55%)	3 LA & 2 SA
			Einnahme von Medikamenten gegen Bakterien (wie Antibiotika)		1 LA & 3 SA
			Positive Wirkung von Bakterien nur am Rande erwähnt		2 LA
		Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Zu wenig aktuelles und motivierendes Unterrichtsmaterial zu Bakterien	Mehr LA (3/5, 60%) und SA (2/5, 40%)	2 LA
			Schlechtes Image medial verbreitet		2 SA
			Zu wenig Equipment für Schülerversuche in der Schule		1 LA
		Alltagsvorstellung von Bakterien vor allem negativ	Erste Assoziation vor allem Wirt-Parasit-Beziehung	Überwiegend LA (6/8, 75%) als SA (2/8, 25%)	1 LA & 2 SA
			Intuitiver Gedanke an Bakterien gleich negativ (wie vergammelte Lebensmittel, Krankheiten oder allgemein Negatives)		5 LA
		Wissensdefizite zum Themenbereich rund um Bakterien	Hinterfragen des Vorurteils "böser" Bakterien in Unterricht	Mehr SA (2/3, 67%) als LA (33%)	1 SA
			Wenig Wissen über Bakterien vorhanden		1 LA & 1 SA
	Wege zur Überwindung des Stigmas	Mehr Aufklärung über gute und	Differenziertere Aufklärung durch Beispiele oder Aufgaben	Nur SA (5/5, 100%)	3 SA
			Früher Bakterien im Unterricht durchnehmen		1 SA

	„gute vs. schlechte Bakterien“	schlechte Bakterien	Begegnung von Ängsten gegenüber "bösen" Bakterien		1 SA
		Perspektive verändern auf Bedürfnisse von Wirt und Bakterien	Ausgehend von Bakterien – Kampf ums Überleben	Gleiche Anteile von LA (2/4, 50%) und SA (2/4, 50%)	1 LA
			Ausgehend vom Wirt - Einteilung in schädliche und nützliche Bakterien		1 LA & 2 SA
		Konzept der Neutralität von Bakterien einbringen	Erwartete Reaktion zum Konzept der Neutralität von Bakterien	Mehr SA (6/11, 55%) als LA (5/11, 45%)	1 LA
			Idee der Wandelbarkeit von Neutralität bei Bakterien		1 LA & 3 SA
			Der Mensch als Lebensraum von Bakterien		2 SA
			Nachfragen zum Konzept "neutrale Bakterien"		3 LA & 1 SA
		Beispiele positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht besprechen	Bakterien im Zusammenhang mit Lebensmitteln (wie Herstellung von Joghurt, Sauerkraut)	Überwiegend LA (10/16, 63%) als SA (6/16, 37%)	2 LA & 3 SA
			Assoziierte Bakterien mit einem Organismus (wie die Verdauung, Haut)		2 LA & 2 SA
			Bakterien in der Medizin und Technik (wie CRISPR CAS, Vektoren, Waschungsverfahren von Jeans)		3 LA
			Umweltfaktoren (wie Bakterien im Boden, Korallen & Klimawandel)		3 LA & 1 SA

Bei der genauen Auflistung der Anzahl der Aussagen von Schüler*innen und Lehrer*innen wurde deutlich, dass bei den Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“ vor allem die Lehrkräfte anteilig häufiger antworteten und bei den Wegen über Überwindung des Stigmas sowohl Schüler*innen als auch Lehrer*innen gleichermaßen Vorschläge einbrachten und diskutierten (siehe Tabelle 19). Hinsichtlich der Herausforderungen zeigt sich, dass die Fokussierung auf negative Aspekte von Bakterien häufiger von Lehrkräften geäußert wurde (siehe Herausforderungen erste drei Kategorien). Bei den Wegen zur Überwindung des Stigmas sprachen sich ausschließlich Schüler*innen für eine bessere Aufklärung aus. Ansätze wie eine verändernde Perspektive, das Konzept der Neutralität oder die positiven Beispiele mit Bakterien wurden von beiden Gruppen ähnlich häufig genannt.

Kategoriesystem zu Aussagen der Schüler*innen

Zur vertieften Analyse der Schüler*innenantworten hinsichtlich ihrer Vorstellungen, Bedürfnisse und Vorwissen in diesem Bereich wurde nachfolgend ein Kategoriesystem ausschließlich mit den Schüler*innenaussagen erstellt (siehe Tabelle 20).

*Tabelle 20. Kategoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Schüler*innen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“*

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
				Persönlich Immunsystem mit bakterieller und viraler Infektion durchge-

Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“	Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Fokussierung auf negative Beispiele von Bakterien im Unterricht	Bakterien als Feindbild im Immunsystem	nommen. Ebenso strukturellen Aufbau von Viren und Bakterien angeschaut, alles immer in Bezug zum Menschen.
				Ganz logisch, Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems behandelt. Idee Unterricht interaktiver zu gestalten: Immunsystem im Kompletten begreifen, dann z.B. schlechtes Bakterium hinzufügen und schauen, wie sich das auswirkt in Bezug auf Infektionen. Dabei differenzieren, was gut und schlecht für den Körper ist. Wann kommt es auch zur Überbelastung.
				Informationen über Bakterien ein wenig von überall her wie Bücher oder Unterricht. Behandlung der Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems.
		Einnahme von Medikamenten gegen Bakterien (wie Antibiotika)	Fehlende Bakterien im Magen passiert häufiger wie durch Antibiotika. Zerstörung der Darmflora.	
			Frage nach der Beeinflussung von Medikamenten und Bakterien z.B. beim Wandel in multiresistente Keime.	
		Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Schlechtes Image medial verbreitet	Vermittlung des schlechten Images von Bakterien auch über Apotheken. Gefühl von gesamte Umwelt möchte einen Schaden, aber das ist nicht so.
				Frühere Lehrfilmchen zu Bakterien vermittelten " Das sind die Guten und das sind die Bösen", aber nicht nur böse Bakterien, die uns krank machen vorhanden, sondern die leben überall und treten in Wechselwirkung mit der Umwelt, wie auch vielleicht mit uns.
Alltagsvorstellung von Bakterien vor allem negativ		Vorstellung, dass Bakterien schlecht sind, weil sie sich vom Menschen ernähren und uns um unsere Nährstoffe berauben. Schwierig zu sagen, dass Bakterien weder gut noch schlecht sind. Gemeint sein könnte Symbiose oder ungleicher Austausch. Bakterien schlecht durch Stoffe, die sie ausscheiden und Aufnahme von Stoffen, die wir eigentlich brauchen. z.B. kein aktiver Schaden durch Darmbakterien, aber könnte bei schlechter Ernährung entstehen. "Neutrale" Bakterien - Frage der Anwendung. Vorstellung das Bakterien auch Krankheitserreger befallen wie bei Malaria. Aber Bakterien können		

			Erste Assoziation vor allem Wirt-Parasit-Beziehung	<p>bei anderen Tieren mit einem anderen Metabolismus durchaus hilfreich sein. Generell Umgebung der Bakterien entscheidend und Einfluss auf Körper.</p> <p>Ablehnen der Metapher einer "romantischen Beziehung" - Unfreiwillige Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Klingt eher wie toxische Beziehung, wenn nach dem Gehörten Darmbakterien Einfluss auf unser Essen nehmen können. Art der Beeinflussung von Bakterien auf uns nicht nur biologisch interessant, sondern auch im politischen Sinne durch mögliche Manipulation von Unternehmen oder Regierungen bei Inhaltsstoffen im Essen (Vorstellung vom Hineinpacken roher Bakterien).</p>
		Wissensdefizite zum Themenbereich rund um Bakterien	Hinterfragen des Vorurteils "böser" Bakterien in Unterricht	Interessant Vorurteil "böser" Bakterien konkreter im Unterricht zu besprechen, weil sie das vielleicht nicht immer sind.
			Wenig Wissen über Bakterien vorhanden	Wenig Wissen über Bakterien vorhanden. Interesse an Beispielen von positiven Auswirkungen von Bakterien.
		Mehr Aufklärung über gute und schlechte Bakterien	Differenziertere Aufklärung durch Beispiele oder Aufgaben	Beispiele von guten und schlechten Bakterien nennen, dazu deren Aufgabe besprechen.
				Interessant Vorurteil "böser" Bakterien konkreter im Unterricht zu besprechen, weil sie das vielleicht nicht immer sind.
				Wunsch nach differenzierteren Aufklärung über "gute" und "schlechte" Bakterien im Unterricht. Bakterien haben nicht nur mit Krankheiten zu tun, sondern besprechen, inwiefern gute und schlechte Bakterien uns helfen und deren Aufgaben.
			Früher Bakterien im Unterricht durchführen	Wunsch Bakterienthemen nicht erst in Klasse zehn, sondern schon in Klasse fünf/sechs unterrichten.
			Begegnung von Ängsten gegenüber "bösen" Bakterien	Stärkere Aufklärung über Bakterien, um Ängste gegenüber Bakterien zu begegnen. Bakterien omnipräsent, aber dies nicht automatisch schlecht.
			Nachfragen zum Konzept "neutrale Bakterien"	Begriff "neutrale Bakterien" klingt eher nach gleichgültig. Aussage mit Stigmata von guten und schlechten Bakterien, vielmehr neutralen Bakterien nicht gleich falsch, nur Formulierungspunkt.

	Wege zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Perspektive verändern auf Bedürfnisse vom Wirt und Bakterien	Ausgehend vom Wirt - Einteilung in schädliche und nützliche Bakterien	Bakterien nicht einteilen in "gut" und "böse", sondern in nützlich und nicht nützlich unter den richtigen Bedingungen. Abhängig aus welcher Perspektive man darauf schaut: Aus Sicht der Bakterien wollen diese nur überleben, aus Sicht des Organismus gilt die Einteilung in nützlich und nicht nützlich.
				Nicht Bild eingepflanzt bekommen von "guten und bösen" Bakterien, sondern einige Bakterien schaden uns und andere nicht.
				Keine Einteilung in "gut" und "schlecht", sondern einige Bakterien schaden uns und einige arbeiten für uns. Schädliche Bakterien können in gewissen Mengen auch gut für uns sein. Deswegen Vorschlag nach Neudefinition von Bakterien "was ist gut, was ist schlecht" nötig. Diskussion im Unterricht vorstellbar mit Ausgangslage zur Neudefinition, verschiedene Bakterien hinzuziehen und Auswirkungen auf Wirt besprechen.
		Ausgehend von Bakterien – Kampf ums Überleben	Bei Bakterien Kampf ums Überleben, müssen dafür den Menschen oder anderen Lebewesen auch manchmal Schaden zufügen.	
			Bakterien haben häufig Aufgabe im Organismus zu erfüllen, sonst sterben sie. Bakterien vielleicht neutral gegenüber Körper und sich selbst, aber stehen in ständiger Konkurrenz untereinander. Gibt gute und schlechte Bakterien für den Menschen, aber je nach Organismus unterschiedlich.	
			Gefühl von "alle Bakterien sind schlecht", aber versuchen nur zu überleben. Benötigen Stoffwechsel und scheiden Stoffe aus, deren Einfluss auf unseren Körper negativ, positiv oder neutral sein kann.	
Konzept der Neutralität von Bakterien einbringen	Idee der Wandelbarkeit von neutralen Bakterien (je nach Umgebung)	Erläuterung was neutrale Bakterien bedeutet. Neutralität kann sich demnach auch manchmal wandeln in andere Form (z.B. gutes Bakterium in ein Schlechtes)		
		Idee von Bakterien im Magen, die gutes Image haben, aber eigentlich neutral sind.		

				"Neutrale" Bakterien - Frage der Anwendung. Vorstellung das Bakterien auch Krankheitserreger befallen wie bei Malaria. Aber Bakterien können bei anderen Tieren mit einem anderen Metabolismus durchaus hilfreich sein. Generell Umgebung der Bakterien entscheidend und Einfluss auf Körper.
			Ausformulierung des Konzeptes von neutralen Bakterien	Frühere Lehrfilmchen zu Bakterien vermittelten " Das sind die Guten und das sind die Bösen", aber nicht nur böse Bakterien, die uns krank machen vorhanden, sondern die leben überall und treten in Wechselwirkung mit der Umwelt, wie auch vielleicht mit uns.
			Organismus als Lebensraum von Bakterien	Bakterien wollen überleben und brauchen dafür Umgebung, in der sie sich wohlfühlen und vermehren können.
				Bakterien haben häufig Aufgabe im Organismus zu erfüllen, sonst sterben sie. Bakterien vielleicht neutral gegenüber Körper und sich selbst, aber stehen in ständiger Konkurrenz untereinander. Gibt gute und schlechte Bakterien für den Menschen, aber je nach Organismus unterschiedlich.
		Beispiele positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht besprechen	Ernährung – Backprozesse, Getränkeherstellung, Käseherstellung	Hefebakterien als positives, lebensnahes Beispiel.
				Bierherstellung mit Gärung von Bakterien durchnehmen. Könnte in Klasse 10 das Interesse der Schüler*innen am Thema erhöhen.
				Herstellung von Mate (mehrmalige Gärung) oder Alkoholherstellung als positives Beispiel von Bakterien im Rahmen der Lebensmittelproduktion. Könnte auch Interesse der Schüler am Thema steigern (z.B. beim Thema Alkohol).
			Bestandteile eines Organismus – Darm und Mikrobiom, Haut	Gibt Bakterien die Lactose zersetzen als positives Beispiel von Bakterien in unserem Körper.
				Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.
			Bakterien als Schutz auf der Haut.	
			Umweltfaktoren - Symbiose aus Würmer und Methan	Interessantes Beispiel positiver Auswirkung von Bakterien ist Symbiose

			zersetzenden Bakterien	von Würmern und Methan zersetzenden Bakterien. Gibt auch Bakterien, die Schwefel zersetzen können.
--	--	--	------------------------	--

Zu der induktiv gebildeten Kategorie hinsichtlich der Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas äußerten Schüler*innen die Fokussierung auf negative Beispiele von Bakterien im Rahmen des Immunsystems und bei Medikamenten wie Antibiotika (siehe Tabelle 20). Zu der gebildeten Kategorie „Strukturelle Probleme bei der Umsetzung“ wurden Aussagen der Schüler*innen zur Verbreitung des schlechten Images von Bakterien durch Medien wie Filme oder Apotheken zugeordnet. Hinsichtlich der Alltagsvorstellungen von Bakterien zeigten sich bei den Schüler*innen Vorstellungen zu „Wirt-Parasit-Beziehungen“, indem der Wirt wie der Mensch vor allem viele Nachteile durch das Beherbergen von Bakterien hat z.B. Klauen von Nährstoffen, schlechte Beeinflussung vom Verhalten. Schüler*innen äußerten zudem Wissensdefizite in diesem Themenbereich wie z.B. das Hinterfragen von „bösen“ Bakterien oder das Interesse mehr über die positiven Aspekte von Bakterien zu erfahren. Bei der übergeordneten Kategorie zu den Wegen zur Überwindung des Stigmas äußerten mehrere Schüler*innen den Wunsch nach einer differenzierteren Aufklärung von „guten vs. schlechten Bakterien“. Bei der Diskussion wurde zudem die Veränderung der Perspektive angeregt, indem Bakterien beispielsweise ums Überleben kämpfen und der Wirt zwischen nützlichen und schädlichen Bakterien unterscheiden kann. Schüler*innen äußerten zum Konzept der „neutralen Bakterien“ zudem vermehrt die Wandelbarkeit von Bakterien, indem positive Bakterien auch neutral sein kann oder gute Bakterien auch schlechte Bakterien werden können. Schüler*innen diskutierten zudem über positive Auswirkungen von Bakterien und äußerten vielfältige Beispiele und Ideen zum Thema Ernährung, Umwelt oder zum Organismus. Diese Beispiele und Ideen werden jedoch vor allem im nachfolgenden Aspekt eingehender besprochen und finden hier nur kurz Erwähnung.

Kategoriesystem zu Aussagen der Lehrer*innen

Hinsichtlich der Lehrer*innenaussagen wurde der gleiche Analyseschritt wie den Schüler*innen getätigt und ein Kategoriensystem ausschließlich mit dessen Antworten erstellt (siehe Tabelle 21).

*Tabelle 21. Kategoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“*

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
	Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Fokussierung auf negative Beispiele von	Bakterien als Feindbild beim Immunsystem durchgenommen	Erste Assoziation war Krankheits-Gedanke durch momentan unterrichtetes Thema des Immunsystems.
Bei freien zeitlichen Ressourcen vor allem Viren besprochen, sowie Immunbiologie und natürlich bakterielle Infektion.				
Bakterien meistens in schädlichen Zusammenhängen gehabt: Zum Beispiel Immunbiologie und wie sich der Körper gegen Bakterien wehrt (dort die Bösewichte).				
Allgemein Fokussierung auf schädliche Zusammenhänge			Bakterien meistens in schädlichen Zusammenhängen gehabt: (...)und bei Genetik mit der Genaufnahme sowie bei Bakterien wie den Antibiotikaresistenzen.	

Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“		Bakterien im Unterricht	zwischen Bakterien und Wirten		
		Positive Wirkung von Bakterien nur am Rande erwähnt		Realisierung, dass die Person Bakterien nicht so dezidiert als etwas Gutes im Unterricht behandelt hat.	
				Positive Wirkung von Bakterien nur so am Rande des Unterrichtes. Möglichkeit zur Verstärkung, weiß selber nicht, woran das liegt.	
		Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Zu wenig aktuelles und motivierendes Unterrichtsmaterial zu Bakterien		Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, spannendes Thema für Schule bei dem alle zuhören würden und im Gedächtnis bleibt. Jedoch keine Materialien dazu, obwohl gerne gewünscht. Zweites Thema Evolution des Menschen im Zusammenhang mit Mikrobiom. Lässt sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht, jedoch keine Materialien dazu.
					Und ich finde, wenn man so ein Material [über <i>Quorum Sensing</i> als Bakterienkommunikation] für die Schule hätte, das kann auch eine kleine Filmsequenz sein. So als Einstieg, als Impuls. Das selbst Bakterien sich untereinander austauschen können oder wie geht die Information zur Zelle, wenn es das gäbe, würde ich das sehr interessant finden. Ich fand es damals ganz spannend und hab gedacht: „Man, das wusste ich überhaupt nicht. Da will ich jetzt mehr wissen“. Aber auch als Lehrer hängt man dann da und findet dann da so keine Informationen weiter. Da brauche ich schon die Informationen zur Uni oder zu Wissenschaftlern.
			Zu wenig Equipment für Schülerversuche in der Schule		Positive Wirkung von Bakterien nur so am Rande des Unterrichtes. Möglichkeit zur Verstärkung, weiß selber nicht, woran das liegt. Mögliche Gründe liegen zum Beispiel im Studium mit vielen Bakterienarten zum auswendig lernen, um ins Praktikum zu kommen oder dem damaligen Umgang von Abklatschplatten. Anderer Grund ist fehlendes Equipment an Schule sowie Zeit.
		Alltagsvorstellung von Bakterien vor allem negativ	Erste Assoziation vor allem Wirt-Parasit-Beziehung		Erste Assoziation mit Bakterien-Wirt Beziehungen vor allem die Wirt-Parasit-Beziehung bei Krankheiten. Interessant mehr über die positiven Seiten von Bakterien zu hören, Ruf dass man alle Bakterien am besten töten sollte und alles steril halten sollte, vor allem jetzt mit Corona. Spannend und notwendig den Schüler*innen zu vermitteln, dass diese auch viele positive Effekte haben.
					Person hat negative Assoziation von Bakterien: Erste Gedanken an Bakterien sich gleich Krankheiten, vergammelte Lebensmittel oder

			Intuitiver Gedanke an Bakterien gleich negativ	irgendwas, was man nicht haben möchte. Eher negatives <i>Framing</i> von Bakterien im Kopf, positive Effekte von Bakterien sind kein eigenes Thema im Unterricht und eher so am Rande erwähnt.	
				Einschätzung, dass Schüler*innen Bakterien vielmehr als etwas Negatives, was man abtöten muss, kennen. Unsicher über Bewusstsein der Schüler*innen über die Vielfältigkeit der Bakterienwelt.	
				Guter Ansatz Bakterienvielfalt in verschiedenen Kontexten zu verdeutlichen, aber schwer realisierbar. Nicht die Beispiele parat.	
				Realisierung, dass die Person Bakterien nicht so dezidiert als etwas Gutes im Unterricht behandelt hat.	
				Einschätzung, dass Schüler*innen vor allem ein negatives Bild von Bakterien haben. Spannend Bakterienvielfalt durch Mikrobiom im Darm kennenzulernen.	
	Wissensdefizite zum Themenbereich rund um Bakterien	Wenig Wissen über Bakterien vorhanden	Unsicher über Bewusstsein der Schüler*innen über die Vielfältigkeit der Bakterienwelt.		
	Wege zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Perspektive verändern auf Bedürfnisse von Wirt und Bakterien	Ausgehend von Bakterien – Kampf ums Überleben	Bakterien wollen überleben und brauchen dafür Umgebung, in der sie sich wohlfühlen und vermehren können.	
				Erwartete Reaktion zum Konzept der Neutralität von Bakterien	Einschätzung über Neutralität der Bakterien wie Appell-Charakter und kommt bei Schülern nicht so an. Erwartete Reaktion eher Gleichgültigkeit.
		Konzept der Neutralität von Bakterien einbringen	Idee der Wandelbarkeit von Neutralität bei Bakterien	Nachfragen zum Konzept "neutrale Bakterien" - Definition notwendig	Neutrale Idee der Bakterien abhängig von Perspektive z.B. positiv bei der medizinischen Nutzung, um Insulin zu produzieren.
					Nachfrage nach Beispielen von neutralen Bakterien außerhalb eines Organismus. Nicht automatisch krank, wenn Körperzelle Wirt für Bakterien ist, sondern erst wenn etwas passiert. Frage nach anderen Beispielen außer Bodenbakterien bzw. deren Auswirkungen auf Pflanzen.
Nachfrage, was "Neutralität" der Bakterien bedeutet.					
Unbekanntes Konzept der "neutralen Bakterien", aber interessiert.					

				Hefe als Unterstützung bei Backprozessen je nach Interpretation guter Auswirkungen von Bakterien.
			Ernährung (wie Herstellung von Joghurt, Sauerkraut)	Wichtig praktische Tätigkeiten mit Schüler*innen bei Bakterienthemen durchzugehen wie Sauerkraut oder Joghurt selber machen, regelmäßig probieren, beobachten, Außenbedingungen beachten und dies dokumentieren (Tätigkeit der Bakterien nachvollziehen wie Fermentation). Ganz viele Schüler*innen noch im Gedächtnis. Wichtig auf niedriger Ebene da anzufangen.
		Beispiele positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht besprechen ²⁸	Bestandteile eines Organismus (wie die Verdauung, Haut)	Gibt Bakterien die Lactose zersetzen als positives Beispiel von Bakterien in unserem Körper.
				Aber viel stärker auf Unterschied Viren und Bakterien eingehen mit dem Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion beim Menschen. Andere Themen bringen nicht so den Erkenntnisgewinn wie erhofft. Dabei auch betonen: Bakterien sind nicht per se etwas Schlechtes, sondern Beispiel guter Auswirkung von Bakterien auf Menschen.
			Medizin und Technik (wie CRISPR CAS, Vektoren)	Gute Auswirkung von Bakterien auch mit Penicillin und dessen zufällige Entdeckung durch den Nasentropfen.
				Insulin-Produktion von Bakterien als positive Auswirkung von Bakterien für den Menschen.
				Nützliche Funktion von Bakterien auch als Einsatz in der Bioindustrie mit verschiedenen Waschungsverfahren für Jeans.
			Umweltfaktoren (wie Bakterien im Boden)	Korallensterben hängt mit Algen zusammen. Könnte interessanter Alltagsbezug für Schüler*innen zum Klimawandel sein.
				Zusammenhang Korallenbleiche und Algen mit Klimawandel erklärt, Vermutung dass Schüler*innen zum Thema Klimawandel etwas gesättigt sind.
				Wenig Wissen über Bodenbakterien mit seinen nützlichen Auswirkungen und Anzahl an bekannten Bakterienarten oder -stämmen.

Zu der herausgebildeten Kategorie „Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas“ von „guten vs. schlechten Bakterien“ nannten Lehrkräfte (ähnlich wie bei den Lernenden) die Fokussierung auf negative Beispiele mit Bakterien etwa beim Immunsystem oder bei Medikamenten. Positive Auswirkungen von Bakterien wurden ihrer Meinung nach nur nebensächlich im Unterricht betrachtet. Des Weiteren wurden auch hier strukturelle Probleme bei der Umsetzung angesprochen, die sich auf die Ausstattung

²⁸ Siehe auch Aspekt 4.2.3 für weitere Beispiele positiver Auswirkungen. Die Beispiele in dieser Tabelle beziehen sich speziell auf das Konzept der „guten“, „bösen“ und „neutralen“ Bakterien und sind eine Auswahl davon.

der Schule und das zur Verfügung stehende Unterrichtsmaterial bezogen. Besonders intensiv wurde über die negative Wahrnehmung bzw. Alltagsvorstellung von Bakterien gesprochen (mit sechs Aussagen dazu, siehe Tabelle 23), bei der eine Lehrkraft auch explizit mögliche Wissensdefizite zu den positiven Auswirkungen von Bakterien auf Schüler*innenseite anspricht. Hinsichtlich der zweiten herausgebildeten Hauptkategorie „Wege zur Überwindung des Stigmas“ wird die Veränderung der Perspektive auf die Bedürfnisse von Wirt und Bakterien von einer Person angesprochen. Auch bei den Lehrkräften wurde über das neutrale Konzept von Bakterien diskutiert, bei dem Rückfragen entstanden, der Einwand der darauf schauenden Perspektive geäußert wurde und Bedenken bei der Vermittlung an Schüler*innen angebracht wurden. Beispiele für die positiven Auswirkungen von Bakterien werden von Lehrkräften vielfältig diskutiert und sind in dieser Tabelle nur in Auszügen dargestellt aufgrund der eigenen Leitfrage in den nachfolgenden Tabellen.

4.2.3 Aspekt – Didaktische Zugänge positiver Auswirkungen von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen

Bezüglich der Präsentation mit den drei Impulszitaten der Metaorganismus-Forschenden lautete das dritte Zitat:

„Zur Verbesserung des schlechten Images von Bakterien: Konkrete Beispiele für gute Auswirkungen von Bakterien zeigen. [Also die Vielfalt der Bakterien in verschiedenen Kontexten verdeutlichen.]“

Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:

Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit didaktischen Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien-Wirt-Beziehungen beschäftigen?

Hinsichtlich dieser Leitfrage wurde das folgende Categoriesystem induktiv aus den Aussagen der Lernenden und Lehrkräften erstellt (siehe Tabelle 22).

Tabelle 22. Categoriesystem der Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema „Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien“ in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten
	Thematische Zugänge	Umweltfaktoren	Bodenbakterien wie beim Kompost
			Symbiose aus Würmer und Methan zersetzenden Bakterien
		Bestandteile eines Organismus	Wirtsbeziehung mit Bakterien im Darm und dem Mikrobiom
			Beispiele mit dem Immunsystem
			Bakterien auf der Haut
			Zytologie und Stoffwechsel
			Unterscheidung Viren und Bakterien
		Ernährung	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten.
			Fermentation bei Sauerkraut oder Joghurt beobachten
			Getränke wie alkoholhaltige (Bier, Wein) und nicht alkoholhaltige Getränke (Mate)

Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien		Medizin und Gentechnik	Waschungsverfahren von Jeans
			Medizinische Behandlungsmethode der Stuhltransplantation
			PCR als Forschungsmethode
			Verwendung von CRISPR CAS in der Medizintechnologie (Genetik)
	Anthropozentrische Zugänge	Bezug zum Menschen entscheidend	Pragmatischer Ansatz mit Bezug zum Menschen - aufgrund begrenzter, zeitlicher Ressourcen
			Bessere Zugänglichkeit vorhanden (ist spannender und greifbarer)
		Bezug zum Menschen unter bestimmten Voraussetzungen	Durch Faktoren wie Klassenstufe abhängig
			Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg gut und dann weitergehen
		Bezug zum Menschen nicht notwendig	Menschenbezug zu einseitig
			Notwendigkeit des Bezuges zum Menschen nicht notwendig, wenn Beispiel mit Organismus interessant genug ist (wie Leuchtbakterien im Tintenfisch)
	Methodische Zugänge	Praktische Herangehensweisen	Durchführung von Experimente
			Durchführung von Mikroskopieren
		Theoretische Herangehensweisen	Über Dilemma-Situationen mit Bakterien diskutieren
	Emotionale Zugänge	Interesse an Bakterienthemen	Interesse am Lebensraum von Bakterien
			Interesse an Bakterienkommunikation
			Interesse an der Vermehrung und dem Stoffwechsel von Bakterien
		Ekel durch Bakterienthemen	Emotionale Reaktionen (wie beim Thema Stuhltransplantation)
		Scham durch Bakterienthemen	„Sex sells“ als interessantes Thema für die Schüler*innen

Zu den didaktischen Zugängen positiver Auswirkungen von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen ließen sich aus dem Daten heraus vier verschiedene Zugänge zuordnen. Zum einen der thematische Zugang (wie Bakterien in der Medizin und Gentechnik durch die Methode der Stuhltransplantation oder CRISPR CAS, Bakterien in der Technik durch z.B. Waschungsverfahren von Jeans, Bakterien in und auf einem Organismus wie der Haut oder dem Darm, Umweltfaktoren wie Bakterien im Boden oder Kompost sowie Bakterien im Zusammenhang mit Lebensmitteln wie die Herstellung von Sauerkraut, Joghurt oder Käse). Des Weiteren wurde über den anthropozentrischen Zugang diskutiert (wie die unterschiedliche Bezugnahme der Themen auf den Menschen oder das Herstellen eines generellen Lebensweltbezuges). Ein weiterer Zugang betraf die Methoden (vor allem praktische Anwendungen wie Experimente oder Mikroskopieren sind erwünscht). Zum Schluss ist noch der emotionale Zugang zum Thema zu nennen, indem das Interesse an bestimmten Aspekten von Bakterien hoch war oder Bakterien andere Emotionen wie Ekel und Scham hervorrufen könnten beispielsweise bei der Methode der Stuhltransplantation.

Wie bereits zuvor dargestellt folgt nun die quantitative Auflistung zur Häufigkeit der Antworten von Schüler*innen und Lehrer*innen (siehe Tabelle 23).

Tabelle 23. Gemeinsames Kategoriensystem der Lehrer- und Schüleraussagen zum wissenschaftlichen Prozess und seiner Darstellung mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven.

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Antwortkategorien der Schüler- und Lehrerantworten	Antwortverteilung zwischen Schüler*innen (SA) & Lehrer*innen (LA)	Anteil SA, LA, beide
Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien	Thematische Zugänge	Umweltfaktoren	Bodenbakterien wie beim Kompost	Überwiegend LA (23/33,70%) als SA (10/33, 30%)	2 LA & 1 SA
			Symbiose aus Würmer und Methan zersetzenden Bakterien		1 SA
		Bestandteile eines Organismus	Wirtsbeziehung mit Bakterien im Darm und dem Mikrobiom		3 LA & 3 SA
			Bakterien auf der Haut		1 SA
			Zytologie und Stoffwechsel		1 LA
			Unterscheidung Viren und Bakterien		1 LA
		Ernährung	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten.		2 LA & 2 SA
			Fermentation bei Sauerkraut oder Joghurt beobachten		2 LA
			Getränke wie alkoholhaltige (Bier, Wein) und nicht alkoholhaltige Getränke (Mate)		2 LA & 2 SA
		Medizin und Gentechnik	Waschungsverfahren von Jeans		1 LA
			Medikamente wie Insulin oder Penicillin		2 LA
			Vektoren (PCR, CRISPR CAS)		3 LA
			Medizinische Behandlungsmethode der Stuhltransplantation		3 LA
			Genetik		1 LA
	Anthropozentrische Zugänge	Bezug zum Menschen entscheidend	Pragmatischer Ansatz mit Bezug zum Menschen - aufgrund begrenzter, zeitlicher Ressourcen	1 LA	
			Bessere Zugänglichkeit vorhanden (ist spannender und greifbarer)	5 LA & 2 SA	
		Bezug zum Menschen unter bestimmten Voraussetzungen	Durch Faktoren wie Klassenstufe abhängig	1 LA	
			Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg gut und dann weitergehen	2 LA & 2 SA	

		Bezug zum Menschen nicht notwendig	Menschenbezug zu einseitig		3 LA	
			Nicht notwendig, wenn Beispiel mit Organismus interessant genug ist (wie Leuchtbakterien im Tintenfisch)		3 SA	
			Wenig Wissen über Beispiele aus Tier- und Pflanzenwelt		1 SA	
	Methodische Zugänge	Praktische Herangehensweisen		Durchführung von Experimente	Mehr SA (4/6, 67%) als LA (2/6, 33%)	1 LA & 1 SA
				Durchführung von Mikroskopieren		2 SA
		Theoretische Herangehensweisen	Über Dilemma-Situationen mit Bakterien diskutieren	1 LA		
	Emotionale Zugänge	Interesse an Bakterienthemen		Interesse an Lebensraum von Bakterien	Überwiegend LA (10/12, 83%) als SA (2/12, 17%)	2 LA
				Interesse an Bakterienkommunikation		3 LA & 3 SA
				Interesse an der Vermehrung und dem Stoffwechsel von Bakterien		1 LA
		Ekel durch Bakterienthemen	Emotionale Reaktionen (wie beim Thema Stuhltransplantation)	2 LA		
		Scham durch Bakterienthemen	„Sex sells“ als interessantes Thema für die Schüler*innen	1 LA		

Die Auflistung der Häufigkeit von Lehrer*innen und Schüler*innenantworten zeigte, dass thematische Zugänge z.B. bei der Ernährung, Organismen, Umweltfaktoren oder der Medizin und Gentechnik überwiegend von Lehrkräften genannt wurden (70%). Anthropozentrische Zugänge wie der Bezug zum Menschen unter bestimmten Voraussetzungen oder dem Ablehnen des Menschenbezuges bei Bakterienthemen diskutierten beide beteiligten Gruppen intensiv, jedoch äußerten sich Lehrkräften etwas mehr dazu (60%). Hinsichtlich methodischer Zugänge zur positiven Auswirkung von Bakterien äußerten Schüler*innen mehr Ideen (67%). Die emotionalen Zugänge zu Bakterienthemen kamen fast ausschließlich von Lehrkräften (83%).

Kategoriesystem zu Aussagen der Schüler*innen

Nachfolgend wurde ein eigenes Kategoriesystem ausschließlich mit den Schüler*innenaussagen erstellt, um fundierte Aussagen bezogen auf die interviewte Gruppe besser treffen zu können (siehe Tabelle 24).

*Tabelle 24. Kategoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Schüler*innen zu Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht.*

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
	Thematische Zugänge	Umweltfaktoren	Symbiose aus Würmern und Methan zersetzenden Bakterien	Interessantes Beispiel positiver Auswirkung von Bakterien ist Symbiose von Würmern und Methan zersetzenden Bakterien. Gibt auch Bakterien, die Schwefel zersetzen können.

Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien		Bestandteile eines Organismus	Wirtsbeziehung mit Bakterien im Darm und dem Mikrobiom	Gibt Bakterien die Lactose zersetzen als positives Beispiel von Bakterien in unserem Körper.
				Erste Assoziation mit Bakterien sind Darmbakterien.
				Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.
		Bakterien auf der Haut	Bakterien als Schutz auf der Haut.	
		Ernährung	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten.
				Bakterien im Prozess der Käseherstellung beteiligt.
	Bakterien bei Backprozessen		Hefebakterien als positives, lebensnahes Beispiel.	
	Getränke wie alkoholhaltige (Bier, Wein) und nicht alkoholhaltige Getränke (Mate)	Bierherstellung mit Gärung von Bakterien durchführen. Könnte in Klasse 10 das Interesse der Schüler*innen am Thema erhöhen.		
		Herstellung von Mate (mehrmalige Gärung) oder Alkoholherstellung als positives Beispiel von Bakterien im Rahmen der Lebensmittelproduktion. Könnte auch Interesse der Schüler am Thema steigern (z.B. beim Thema Alkohol).		
	Anthropozentrische Zugänge	Bezug zum Menschen entscheidend	Bessere Zugänglichkeit vorhanden (ist spannender und greifbarer)	Interessanter wenn Menschenbezug da ist.
				Lieber Alltagsbeispiele wie die Gärung von Bier nehmen. Näher an uns Schüler*innen dran.
		Bezug zum Menschen unter bestimmten Voraussetzungen	Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg gut und dann weitergehen	Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg gut und dann weitergehen.
Idee beim Menschen anzufangen und dann weiterzugehen. Möglichst breites Spektrum beibringen durch anderen Erwartungen und Vorstellungen jedes Schülers*in. Themen eher oberflächlich behandeln.				
Abhängig vom Kontext und persönlicher Betroffenheit	Bezug zum Menschen abhängig von Kontext und persönlicher Betroffenheit. Keine willkürliche Infektion, die unbekannt ist. Vielmehr etwas Besonderes durchführen. Bezug zum Menschen interessanter, weil es nachvollziehbarer ist und man es wohl nochmal begegnen wird.			

		Bezug zum Menschen nicht notwendig	Nicht notwendig, wenn Beispiel mit Organismus interessant genug ist (wie Leuchtbakterien im Tintenfisch)	Beispiele mit Menschenbezug interessant, aber auch schon Beispiele ohne Menschenbezug wie die japanische Alge angeschaut (Endosymbiontentheorie).
				Kein Bezug zum Menschen notwendig, solange das Beispiel interessant ist wie mit Leuchtbakterien im Tintenfisch.
				Kein Bezug zum Menschen notwendig, solange Beispiel interessant ist wie mit Bakterien die etwas Besonderes können (Tintenfisch und Leuchtbakterien).
			Wenig Wissen über Beispiele aus Tier- und Pflanzenwelt	Interessant Beispiele aus der Tier- und Pflanzenwelt zu nehmen, darüber noch wenig Wissen.
	Methodische Zugänge	Praktische Herangehensweisen	Durchführung von Experimente	Bisher Bakterienthemen mit Arbeitsblättern behandelt. Wunsch nach mehr praktischen Tätigkeiten wie Experimente ähnlich wie bei der Hefe mit Lebensweltbezug.
				Experiment über mehrere Wochen: Schauen wie durch Medikamente z.B. Antibiotika die Darmflora zerstört wird oder im Vergleich wie ein anderer Stoff ohne Bakterien zersetzt wird.
			Durchführung von Mikroskopieren	Wunsch nicht nur theoretisch über Bakterien mit Arbeitsblättern zu reden, sondern mehr zu mikroskopieren wie im 11. Jahrgang mit Algen und Plankton.
				Keine Experimente beim Thema Bakterien gemacht, ratlos was man außer Bakterien auf Nährboden wachsen noch praktisch machen kann.
	Emotionale Zugänge	Interesse an Bakterienthemen	Interesse an Lebensraum von Bakterien	Interesse an mehr Informationen über Aussehen des Lebensraums von Bakterien. Ganz andere Welt.
			Interesse an Bakterienkommunikation	Bakterien haben kein Bewusstsein und Wirkung durch physikalische und chemische Wechselwirkungen und Kräfte.
Schwer Kindern beizubringen, dass Bakterien kein Bewusstsein haben.				

Bei der getrennten Analyse des Kategoriensystems mit Schüler*innen zeigte sich, dass diese in der didaktischen Umsetzung vornehmlich über die positiven Aspekte von Bakterien vor allem über Bestandteile eines Organismus wie Bakterien auf der Haut, im Darm und der Ernährung wie beim Herstellen von Bier oder Käse sowie nur vereinzelt über Umweltfaktoren wie Methan versetzende Würmer bzw. dessen Symbiose mit Bakterien. Diese Aspekte wurden den thematischen Zugängen im Kategoriensystem zugeordnet (siehe Tabelle 23). Hinsichtlich der induktiv gebildeten Kategorie zu anthropozentrischen Zugängen zum Thema lassen sich Aussagen zu einem unbedingten Menschenbezug zum

Thema zuordnen z.B. aus Interesse. In der Hauptkategorie sind zudem Aussagen zu einem Menschenbezug nur unter bestimmten Voraussetzungen wie "interessante" Tiere oder Pflanzen zu finden oder mit dem Menschen anzufangen und dann weiterzuleiten auf andere Organismen. „Kein Bezug zum Menschen“ wurde als dritte Unterkategorie zugeordnet und ist für einige Schüler*innen in Ordnung, wenn das Beispiel interessant genug ist, aber auch weil der Bezug häufig zu einseitig ist oder wenig Wissen über andere Tiere und Pflanzen mit Bakterien vorhanden ist. Hinsichtlich der methodischen Zugänge bevorzugen Schüler*innen praktische Tätigkeiten z.B. durch ein Experiment oder dem Mikroskopieren. Ein letzter Zugang wurde über Emotionen angesprochen, indem einige Schüler*innen motiviert waren mehr über Bakterien und dessen Kommunikation oder ihrem Lebensraum zu erfahren.

Kategoriesystem zu Aussagen der Lehrer*innen

Anschließend folgt die Darstellung des separaten Kategoriensystems mit den Lehrer*innenantworten (siehe Tabelle 25).

*Tabelle 25. Kategoriesystem der Fokusgruppeninterviews mit Lehrer*innen zu Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien im Unterricht.*

Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien	Thematische Zugänge	Umweltfaktoren	Bodenbakterien wie beim Kompost	Bodenbakterien wie eine Black Box für die Person.
				Wenig Wissen über Bodenbakterien mit seinen nützlichen Auswirkungen und Anzahl an bekannten Bakterienarten oder -stämmen.
		Bestandteile eines Organismus	Wirtsbeziehung mit Bakterien im Darm und dem Mikrobiom	Darmmikrobiom (Was macht mich krank?) - dabei Beziehung zum Wirt thematisieren.
				Interessant zum Thema Wirt-Beziehung ist Thema Darm/Mikrobiom und was macht mich krank. Durch Verdauung werden Stoffe produziert, die mich krank machen.
				Aufgrund knapper Zeitressourcen oft nur Wirtsbeziehung zum Darm thematisiert.
			Zytologie und Stoffwechsel	Früher häufig Zytologie und Stoffwechsel behandelt und dabei Unterschied Tier- und Pflanzenzelle im klassischen Mikroskopieren (häufig von Schüler*innen als langweilig und trocken empfunden).
		Unterscheidung Viren und Bakterien	Aber viel stärker auf Unterschied Viren und Bakterien eingehen mit dem Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion beim Menschen. Andere Themen bringen nicht so den Erkenntnisgewinn wie erhofft. Dabei auch betonen: Bakterien sind nicht per se etwas Schlechtes, sondern Beispiel guter	

				Auswirkung von Bakterien auf Menschen.
		Ernährung	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten.	Käseherstellung als Beispiel im Unterricht anschauen.
				Spannend Bakterien im Käseherstellungsprozess. Durch Denaturierung des Eiweißes verändert sich auch Struktur von fest zu flüssig. Selber mit der Klasse auch Mozzarella hergestellt.
			Fermentation bei Sauerkraut oder Joghurt beobachten	Spannend sich weiter mit Joghurt und Präbiotika zu beschäftigen.
				Wichtig praktische Tätigkeiten mit Schüler*innen bei Bakterienthemen durchzugehen wie Sauerkraut oder Joghurt selber machen, regelmäßig probieren, beobachten, Außenbedingungen beachten und dies dokumentieren (Tätigkeit der Bakterien nachvollziehen wie Fermentation). Ganz viele Schüler*innen noch im Gedächtnis. Wichtig auf niedriger Ebene da anzufangen.
			Bakterien bei Backprozessen	Hefe als Unterstützung bei Backprozessen je nach Interpretation guter Auswirkungen.
			Gesunde Ernährung	Kindern dabei auch mehr über gesunde Ernährung beibringen.
			Getränke wie alkoholhaltige (Bier, Wein) und nicht alkoholhaltige Getränke (Mate)	Alkoholherstellung geht in gleiche Richtung wie Nachweis von Säuren in Lebensmitteln.
		Verschiedene Arten von Alkohol z.B. Bier, Wein, Zwetschgenschnaps hergestellt über die Destillation.		
		Waschungsverfahren von Jeans	Medikamente wie Insulin oder Penicillin	Nützliche Funktion von Bakterien auch als Einsatz in der Bioindustrie mit verschiedenen Waschungsverfahren für Jeans.
				Gute Auswirkung von Bakterien auch mit Penicillin und dessen zufällige Entdeckung durch den Nasentropfen.
			Medizinische Behandlungsmethode der Stuhltransplantation	Insulin-Produktion von Bakterien als positive Auswirkung von Bakterien für den Menschen.
				Thema Stuhltransplantation mit Humor nehmen und gute Erfahrung gemacht. Im Unterricht noch steuerbar, im Hörsaal nicht (Erinnerung Darwintag mit Vortrag).
				Emotionale Reaktionen der Schüler*innen (Erfahrungen am Darwintag) beim Thema Stuhltransplantation. Thema

		Medizin und Gentechnik		mit Humor nehmen und riskant im Unterricht zu diskutieren aufgrund Gefahr, dass sie nicht mehr mitmachen.	
				Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, spannendes Thema für Schule bei dem alle zuhören würden und im Gedächtnis bleibt. Jedoch keine Materialien dazu, obwohl gerne gewünscht. Zweites Thema Evolution des Menschen im Zusammenhang mit Mikrobiom. Lässt sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht, jedoch keine Materialien dazu.	
			Medizintechnologie wie die Verwendung von Vektoren/CRISPR CAS oder PCR	Verwendung von CRISPR CAS in der Medizintechnologie, entdeckt bei Bakterien. Thematisiert im kleinen Rahmen und auf Menschen bezogen.	
				PCR als Beispiel.	
				Einschätzung medizinischer Bereich mit Bakterien nicht so präsent bei Schüler*innen z.B. Nutzung als Vektoren.	
		Genetik	Bakterien als Bestandteil beim Thema Genetik und Anlass für Diskussionen mit Schüler*innen.		
		Anthropozentrische Zugänge	Bezug zum Menschen entscheidend	Pragmatischer Ansatz aufgrund begrenzter, zeitlicher Ressourcen	Pragmatischer Ansatz mit Bezug zum Menschen, aufgrund begrenzter, zeitlicher Ressourcen im Unterricht.
				Bessere Zugänglichkeit vorhanden spannender und greifbarer	Bezug zum Menschen herstellen, weil es naheliegend für die Schüler*innen sowie einfach und sinnstiftend auch für spätere Entscheidungen.
					Leichter Wissen aufzunehmen, wenn Bezug zum Menschen da ist. Weiterführende Fragen, wenn Interesse da ist. Entscheidend Wichtigkeit am Thema für sich selbst herauszustellen.
					Bezug zum Menschen ist am leichtesten für die Schüler*innen herzustellen.
Spannender und greifbarer, wenn Bezug zum Menschen da ist.					
Bezug zum Menschen unter bestimmten Voraussetzungen	Durch Faktoren wie Klassenstufe abhängig		Bezug zum Menschen durch Faktoren wie Klassenstufe abhängig, bessere Zugänglichkeit bei Bezug zum Menschen.		
	Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg		Emotionale Komponente für das Interesse der Schüler*innen entscheidend (Mensch, Haustiere, Säugetiere wie Delfine). Schwierig, Lebensweltbezug zu Schüler*innen bei der Maus oder Hydra herzustellen. Deswegen beim		

			gut und dann weitergehen	Menschen anfangen und dann auch andere Organismen anschauen.
				Schwierig, Lebensweltbezug zu Schüler*innen bei der Maus oder Hydra herzustellen. Deswegen beim Menschen anfangen und dann auch andere Organismen anschauen.
		Zwiegespaltene Meinung zum Menschenbezug	Sehr anthropozentrisch ausgerichtete Fachanforderungen in Schleswig-Holstein, was viele auch so machen. Person sieht es zweigespalten: Einerseits Bezug zum Menschen am leichtesten herzustellen, andererseits aber banal, weil nicht nur der Mensch Bakterien hat.	
		Bezug zum Menschen nicht notwendig	Menschenbezug zu einseitig – alle haben Bakterien	Nicht nur Bakterienthemen auf Menschen beziehen, zu einseitige Darstellung.
	Ablehnen eines anthropozentrischen Weltbildes beim Thema "Bakterien" im Unterricht. Dazu Zitat: "Wir leben nicht im Zeitalter des Anthropozän, sondern im Zeitalter der Bakterien als Aufmacher im Unterricht.			
	Wichtig zu vermitteln, dass nicht nur der Mensch Bakterien hat, sondern alle Lebewesen.			
	Methodische Zugänge	Praktische Herangehensweisen		Wichtig Bakterienthemen schon in Klasse 9 oder 10 praktisch anzusprechen.
		Theoretische Herangehensweisen	Über Dilemma-Situationen mit Bakterien diskutieren	Frage bei romantischer Beziehung: Wer braucht wen? - Dilemma-Situationen und Bewertungskontexte im Biologieunterricht gesucht z.B. Einnahme von Antibiotika
	Interesse an Bakterienthemen	Interesse an Bakterienkommunikation		Viele offene fachliche Fragen zum Thema Signalkette von Bakterium zum Körper und umgekehrt, aber allgemein wenig Informationen dazu zu finden.
				Spannend auch Forschung vor Ort. Hätte gern Film über Kommunikation von Bakterien mit "sex pillus" als Einstieg, aber schwer an gutes Material zu kommen. Auf Hilfe von Unis und Wissenschaftler*innen angewiesen.
Interesse an der Vermehrung und			Emotionale Komponente für das Interesse der Schüler*innen entscheidend (Mensch, Haustiere, Säugetiere wie Delfine).	
			Spannend weitere Unterlagen zur Vermehrung von Bakterien, am besten mit	

	Emotionale Zugänge		dem Stoffwechsel von Bakterien	Schaubildern und Vergleichsmaterial zu anderen Organismen.
				Spannend positive und negative Effekte der Bakterienprodukte bei Vermehrung und Stoffwechsel zu schauen, zum Beispiel Evolution im Meer mit Roten Tiden.
			Spannendes Thema für Schule, das im Gedächtnis bleibt	Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, spannendes Thema für Schule bei dem alle zuhören würden und im Gedächtnis bleibt. Jedoch keine Materialien dazu, obwohl gerne gewünscht.
		Ekel durch Bakterienthemen	Emotionale Reaktionen (wie beim Thema Stuhltransplantation)	Reaktionen der Schüler*innen (und zu den Erfahrungen am Darwintag) beim Thema Stuhltransplantation sind sehr emotional. Sollte laut der Person das Thema mit Humor nehmen und ist sehr riskant dies im Unterricht zu nehmen, weil die Schüler*innen wahrscheinlich nicht mehr mitmachen würden.
				Emotionale Reaktionen der Schüler*innen (Erfahrungen am Darwintag) beim Thema Stuhltransplantation. Thema mit Humor nehmen und riskant im Unterricht zu diskutieren aufgrund Gefahr, dass sie nicht mehr mitmachen.
			Scham durch Bakterienthemen	„Sex sells“ als interessantes Thema für die Schüler*innen

Hinsichtlich des getrennten Kategoriensystems zu dem Lehrer*innenantworten erläuterten Lehrkräfte vielseitige Beispiele im Bereich des Organismus wie den Bakterien im Darm, dem Stoffwechsel oder dem Unterschied zwischen Bakterien und Viren, dem Bereich Ernährung mit Themen wie der Joghurtherstellung, Backprozessen mit Hefen oder Alkoholherstellung, einer Äußerung zu Umweltfaktoren wie Bodenbakterien sowie den meisten Äußerungen im Bereich der Medizin und Gentechnik wie der Stuhltransplantation, dem Herstellen von Insulin und Antibiotika oder auch Waschungsverfahren bei Jeans. Diese Beispiele wurden allesamt unter den thematischen Zugängen zusammengefasst (siehe Tabelle 27). Zur herausgebildeten Kategorie des anthropozentrischen Zugangs zum Thema zeigten die Daten unterschiedliche Standpunkte: Zum einen bevorzugten einige Lehrkräfte den Bezug zum Menschen aufgrund begrenzter zeitlicher Ressourcen und besserer Zugänglichkeit für die Schüler*innen, zum anderen fanden einige Lehrkräfte nur den Menschenbezug beim Thema zu einseitig, weil alle Organismen eine Interaktion mit Bakterien eingehen und dies auch deutlich werden sollte. Einige Lehrkräfte nannten daher auch den Menschenbezug unter bestimmten Voraussetzungen wie der Klassenstufe oder dem Beginn mit dem Menschen und dann dem Übertragen auf andere Tiere als denkbare Vorgehen. Zu den methodischen Zugängen äußerten sich auch Lehrkräfte bezogen auf das praktische Arbeiten oder Dilemma-Situationen mit Schüler*innen zwischen Wirt und Bakterien zu diskutieren z.B. Einnahme von Antibiotika. Als letzter Zugang wurden Emotionen angesprochen, die unter emotionalen

Zugängen zusammengefasst wurden, z.B. das Interesse an Bakterienthemen zur Vermehrung oder Kommunikation von Bakterien, aber auch erwartete Reaktionen der Schüler*innen wie Scham und Ekel insbesondere beim Thema Vermehrung von Bakterien und der Stuhltransplantation als Behandlungsmethode.

4.3 DEUTUNGSRÄUME zu Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen

In Anlehnung an die didaktische Rekonstruktion und die Idee von Denkfiguren²⁹ wurde in den erhobenen Daten aus den Fokusgruppeninterviews mit Oberstufenschüler*innen und Lehrkräften nach übergeordneten Strukturen in der Wahrnehmung und Argumentation der präsentierten Zitate geschaut. Diese Argumentationen werden in dieser Arbeit als "Deutungsräume" bezeichnet. Diese Deutungsräume zwischen Lehrer*innen und Schüler*innen können sich auf unterschiedlicher Ebene begegnen. In dem nachfolgenden Kapitel werden Beispiele hervorgehoben, in denen es zu Missverständnissen, Vermittlungsbedarf oder Übersetzungsbedarf kommen kann. An dieser Stelle kann die fachdidaktische Perspektive ein verbrückendes Glied beider Perspektiven herstellen, dessen Aspekte dann z.B. explizit im Unterrichtsmaterial berücksichtigt, erwähnt oder umgangen werden. Im Folgenden werden diese übergeordneten "Deutungsräume" anhand von Originalzitaten der Lehrer*innen und Schüler*innen exemplarisch dargelegt sowie dessen didaktische Konsequenz vor allem in Hinblick auf das zu entwickelnde Unterrichtsmaterial in den farbigen Kästen herausgearbeitet.

4.3.1 Beziehungsebene von Bakterien und Wirt

Die Interviewdaten der Lehrer*innen und Schüler*innen deuten an, dass das Diskutieren über die Beziehungsebene mit einer Dilemma-Situation verglichen wurde, weil nicht klar ist wer von wem abhängig ist:

L: „Und ich finde gerade halt auch bei dem Begriff ´romantische Beziehung´ ist ja immer die Frage, wer braucht wen. Also die Bakterien in der Vaginalschleimhaut werden wahrscheinlich auch noch überleben, wenn sie das Baby nicht eingerieben haben. Also da ist es dann ja eine einseitige Beziehung, aber das regt natürlich dazu an darüber zu diskutieren. Das stimmt schon und das zu bewerten. Und das ist ja immer, diese Bewertungskontexte sind ja immer gesucht im Biounterricht. Weil das ja das spannende ist darüber nachzudenken. Oder so Dilemma-Situationen zu diskutieren einfach. Die gibt es mit Bakterien sicherlich auch. Also Antibiotika nehme ich es oder nicht. Ist ja auch irgendwie ein Dilemma. Wenn ich irgendwie jetzt schnell wieder auf dem Damm kommen kann, wenn ich das jetzt nehme, aber dafür zerschottere ich mir jetzt dafür einmal meine Darmflora oder nehme ich es nicht und nehme mir dafür halt ein wenig länger Zeit, um wieder gesund zu werden. Was ja oft vielleicht auch funktioniert. Dann ist es ja eine Dilemma-Situation.“ (2; Z. 279-289)

Die Lehrkräfte sprachen häufiger von einem einseitig geprägten Abhängigkeitsverhältnis auf Seiten der Bakterien oder des Wirtes, das häufig auch negativ für den Wirt ist. Weniger wurde von einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis gesprochen oder von Lehrer*innenseite wurde gar kein Abhängigkeitsverhältnis überhaupt nicht angesprochen:

L: „ Ich finde die Bezeichnung ´romantische Beziehung´ auch ein bisschen schwierig, aber gut. (...). Klingt als wenn sich beide Partner aktiv um irgendetwas kümmern würden, wie du sagtest, und das ist ja jetzt nicht unbedingt der Fall und es ist ja auch immer schwierig, weil wir ja über diese evolutive Anpassung sprechen und da jetzt so eine aktive Komponente mit hineinzubringen.“ (2; Z. 292-296)

²⁹ Denkfiguren sind nach Gropengießer (2003a) übergeordnete Modelle, die zur Erklärung von charakteristischen Zusammenhängen von Vorstellungen dienen. Sie sollen Einblicke in das Verständnis der Interviewten geben, die über ein Individuum hinausgehen und vielmehr eine Gruppe präsentieren. Das können im *Modell der didaktischen Rekonstruktion* Vorstellungen von Schüler*innen im Zusammenhang mit fachwissenschaftlichen Theorien sein z.B. Widersprüche, Begrenztheiten oder Eigenheiten.

Die Interviewdaten deuten ebenfalls darauf hin, dass Schüler*innen häufig die partnerschaftliche Beziehung zwischen Mikroorganismen (wie Bakterien) und dem Wirt nicht so differenziert ersichtlich wird, jedoch wurde neben dem einseitigen Abhängigkeitsverhältnis häufig auch über ein symbiontisches Zusammenleben diskutiert oder in einer Aussage gar kein Abhängigkeitsverhältnis angedeutet:

S: „Naja, also es gab ja früher solche kleinen Lehrfilmchen, wo das immer so schön (jetzt fallen mir die Wörter nicht mehr ein) illustriert dargestellt wurde. Und da wurde ja immer auch dann gezeigt: ‘Das sind die Bösen und das sind die Guten’. Ja, aber an sich sind ja alle Bakterien, die leben ja überall, die sind ja überall. Es gibt jetzt ja nicht nur das schlechte Bakterium, was uns jetzt krank macht. Sondern auch die leben ja in einer eigenen Welt. Haben irgendwie eine Wechselwirkung mit ihrer Umgebung oder vielleicht auch mit uns.“ (S3; Z. 126-131)

Erkenntnisse zum „Deutungsraum“ der symbiontischen Beziehung: Die Ergebnisse deuten an, dass die beteiligten Schüler*innen und teilweise auch Lehrer*innen keine eindeutigen Vorstellungen zur Beziehungsebene zwischen Mikroorganismen und Wirten besitzen. Dieses zeigt sich beispielsweise an der Verwendung des Wortes „Symbiose“, den einseitigen Abhängigkeitsverhältnissen oder der wenig beachteten Möglichkeit in keinem Abhängigkeitsverhältnis zu stehen. Die Aussagen von Schüler*innen sind häufig auf einem sehr allgemeinen Level gehalten, die keine übergreifenden und differenzierten Annahmen zum Verständnis der Konzepte Mutualismus, Parasitismus oder Symbiose zulassen.

Ansatzpunkt zum Unterrichtsmaterial: Hier könnten Unterrichtsmaterialien, die die Symbiose von Bakterien und Wirten in vielfältiger Art und Weise zeigen helfen, dass Schüler*innen die Art der Beziehung zwischen beiden Partnern besser verstehen lernen (z.B. Abhängigkeit, Chancen, Schwierigkeiten) und dieses Konzept der Symbiose differenziert auf andere Kontexte und Arten der Beziehung (Mutualismus, Parasitismus) anwenden können.

4.3.2 Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“ – Wahrnehmung „neutraler“ Bakterien

Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung betonten in dem Workshop, dass es dringend eine Abkehr des Stigmas "guter" Bakterien und "schlechter" Bakterien braucht und bezogen sich vor allen als eine Möglichkeit der Abkehr auf die Neutralität von Bakterien (siehe Impulszitate der Wissenschaftler*innen, siehe Methodenkapitel 4.1.2.1).

Auf Seiten der Lehrkräfte kam diesbezüglich die Befürchtung auf, dass Schüler*innen möglicherweise beim Thema "neutrale Bakterien" Schwierigkeiten hätten dieses zu verstehen:

L: „Aber ansonsten dieses Votum: „Seid doch alle mal neutral“ was die Bakterien anbelangt, das hat halt so einen Appell-Charakter, der bei den Schülern nicht verfängt. Das kann passieren. „Seid doch so“; „Seid doch mal nicht so laut“, „na, und? Mir geht’s gerade so“, sagen sie dann.“ (R; Z. 295-298)

Lehrer*innen wiesen durch ihre Aussagen darauf hin, dass sie das Konzept der „neutralen Bakterien“ selber nicht in ihrem Unterricht vermitteln oder zumindest bei den Fokusgruppeninterviews mehrfach Verständnisschwierigkeiten diesbezüglich auftraten:

L: „Wenn man dann jetzt mal weitergeht auf das Neutrale: Worauf soll das denn jetzt abzielen? „Bakterien sind neutral“: Soll das heißen, das Bakterium ist für sich erstmal da oder wie ist das gedacht?“ (R; Z. 95-96)

Auf Seiten der Schüler*innen zeigte sich vereinzelt die befürchtete Verständnisschwierigkeit gegenüber der Neutralität von Bakterien:

S: „Und bei der zweiten Blase [zum Stigmata von guten und schlechten Bakterien bzw. den neutralen Bakterien], stimme ich nicht ganz so überein. Ich finde dieses neutral trifft es meiner Meinung [nach] nicht ganz so auf den Punkt. Neutral ist so ein bisschen, ich finde das hört sich so an, als ob das gleichgültig wäre. Aber das ist bei mir einfach ein Formulierungspunkt, wo ich sagen würde: 'Okay, ich würde das anders schreiben.' Generell glaube ich, ist jetzt keine Aussage falsch oder so“.
(B; Z. 40-45)

Zu anderen zeigt sich diese Befürchtung von Lehrkräften in den Interviewdaten weniger ausgeprägt. Schüler*innen konnten die Aussage zu "neutralen Bakterien" mehrfach differenziert einordnen und neutral auf die Umwelt und andere Faktoren beziehen u.a. im folgenden Zitat:

S: „Wir haben nicht nur gute und schlechte Bakterien, sondern auch neutrale: Viele Bakterien leben auf dem Körper, ohne dass sie den Körper beeinflussen, da es der Lebensraum ist“. (S; Z. 7-8).

Erkenntnisse zum Stigma „gute vs. schlechte Bakterien“ – Neutralität von Bakterien: Das von Wissenschaftler*innen eingebrachte Konzept „neutraler“ Bakterien schien den befragten Lehrer*innen und Schüler*innen teilweise nicht bekannt zu sein. Es zeigt sich, dass die Befürchtung von Lehrkräften gegenüber Verständnisschwierigkeiten zur Neutralität von Bakterien nur vereinzelt auftrat und vielmehr Schüler*innen dies auch dem Kontext angemessen erläutern konnten.

Ansatzpunkt zum Unterrichtsmaterial: Hier könnten Unterrichtsmaterialien explizit zum Konzept der Neutralität von Bakterien einen Beitrag zum differenzierteren Verständnis von Mikroorganismen leisten, indem die Mehrheit der Schüler*innen das Konzept der Neutralität von Bakterien am Metaorganismus-Konzept anwenden und reflektieren sollen in Hinblick auf die Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Dieses Vorhaben könnte ebenfalls zeigen, ob auch die Mehrheit der Schüler*innen dieses neutrale Konzept von Bakterien verstehen oder ob die Befürchtungen der Lehrkräfte hier eintreffen und noch weiter vertieft werden sollten.

4.3.3 Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“ – Allgemeine Wahrnehmung von Bakterien

Die Interviewdaten der Lehrer*innen und Schüler*innen deuten darauf hin, dass diese von ihren Schüler*innen vor allem ein negatives Image über Bakterien erwarten. Die interviewten Lehrkräfte deuteten jedoch ebenfalls auf das Potenzial und die Notwendigkeit zur Veränderung dieses Images hin (siehe Kapitel 4.3.2) mit detaillierten Informationen):

L: „Und auf der anderen Seite muss ich auch wirklich sagen dieses Stigma 'Bakterien sind doof und schlecht' und sowieso irgendwie müssen wir die immer loswerden. Auch das [mit den positiven Beispiel und die Vielfalt von Bakterien kennenlernen] ist ein Thema, [dass] bei den Schülern einfach nicht im Kopf ist. Und diese Vielfalt einfach kennenzulernen und da habe ich jetzt gedacht, an den Menschen angeknüpft, finde ich halt immer spannend dieses Mikrobiom im Darm.“ (3; Z. 56-60)

Bei den Schülerdaten lässt sich erahnen, dass das Bild über Bakterien vielfältig von der Umwelt geprägt ist, aber auch, dass die erwartete negative Wahrnehmung von Bakterien nicht so eindeutig aus den Daten zu entnehmen ist:

S1: „Dieses Bild wird ja auch durch Medikamente, vor allem wenn man auch in die Apotheke geht, wird es einem ja auch meistens vermittelt, dass selber ja nicht irgendwer ein seltenes Bakterium eingeatmet und da irgendwie nachher die Nase verstopft. Also das man eher darauf eingeht, dass das ja halt so dargestellt wird. (...) Nein ich meine, dass man halt darauf, wenn ich Kindern, wenn die mal in die Apotheke gehen, dann sehen sie überall Medikamentenverpackungen und kriegen ein Bild davon, dass irgendwie ihre ganze Umwelt ihnen irgendwie schaden möchte. Wobei das so im Extremfall, wie wenn sie in der Apotheke geballt in der Fläche dargestellt wird, gar nicht ist.“ (S1; Z. 149-152; 157-160)

S2: „Dann würde ich jetzt damit anfangen. Das ist einmal, meine ich, die Symbiose zwischen Mensch und Bakterien im Magen. Ich finde innerhalb von Schulunterricht würde ich es ganz interessant finden, es gibt ja manche Leute die haben sozusagen Angst vor Bakterien, vor Mikroorganismen und sind da dabei jede Fläche zu desinfizieren, um sich irgendwie nicht infizieren zu können. Und in dem Kontext finde ich es ganz interessant, also ganz wichtig, dass man irgendwie so aufgeklärt wird, dass das normal ist. Dass das [mit den Bakterien] jetzt irgendwie überall ist und in keiner anderen Welt.“ (S2; Z. 21-26)

Vielmehr deuten die Aussagen der Lehrkräfte an, dass diese ebenfalls ein negatives Image von Bakterien haben und dieses vielmehr an die Schüler*innen direkt oder oft auch indirekt im Unterricht weitergeben, als auf das positive Image von Bakterien explizit einzugehen:

L2: „Aber ich merke auch selber, dass wir tatsächlich auch in der Schule, also wenn ich jetzt so an mich selber denke, eher diesen Blick haben, also nicht so dezidiert ‘Bakterien sind was Gutes’. Also wir reißen das irgendwie an, aber wir thematisieren das glaube ich, also ich zum Beispiel nicht, thematisiere das nicht so klar.“ (2; Z. 202-206)

L3: „Ich habe gerade selbst irgendwie als ich Bakterien-Wirt-Beziehungen gelesen hatte so ein bisschen überlegt habe und dann gedacht, naja, eigentlich denkt man ja an Parasit-Wirt-Beziehungen, also das war so mein erster Gedanke und das wäre ja zum Beispiel bei Krankheiten der Fall. Aber ich hatte auch irgendwann bei euch, war das nicht auch ein Text den sie geschickt haben, gelesen dass ja die meisten Bakterien eher gut für uns sind und das es nur ein paar Hundert oder sowas sind, die tatsächlich schlecht sind. Und das fand ich tatsächlich auch ganz interessant, weil das was man so allgemein über Bakterien hört, ist immer: Wir müssen sie alle töten! So gefühlt. Und man muss immer alles steril haben (...) Und genau diesen, also jetzt gerade vielleicht durch Corona, wo man ja auch die ganze Zeit mit Hygiene und so weiter zu tun hat, wäre das nochmal spannend klar zu machen: Wir brauchen Bakterien und das die auch tatsächlich viele positive Effekte haben.“ (1; Z. 11-23)

Erkenntnisse zum Stigma “gute vs. schlechte Bakterien“ – Wahrnehmung von Bakterien: Die analysierten Daten deuten an, dass das negative Image von Bakterien auf Seiten der Lehrkräfte und der Lernenden geäußert wurde. Jedoch wurde dieses vielmehr auf Lehrerseite explizit geäußert. Es zeigte sich, dass Lehrkräfte häufig vielmehr indirekt die negativen Aspekte von Bakterien im Unterricht betonen und weniger die positiven Aspekte von Bakterien bzw. Mikroorganismen.

Ansatzpunkt zum Unterrichtsmaterial: Hier könnten Unterrichtsmaterialien bzw. eine Lehrerhandreichung mit der Visualisierung von Lehrer-/Schülvorstellungen helfen, diese aufzugreifen und Lehrer*innen eine Hilfe zur Sensibilisierung von Begriffen, der Ausdrucksweise oder der Umgang mit dem Themen stärker in eine differenzierte Auseinandersetzung mit Mikroorganismen zu kommen. Als Ansatzpunkt könnten die positiven Aspekte von Bakterien genauso in den Vordergrund geraten wie die negativen Auswirkungen von Bakterien oder die Umwandlung von positiv in negativ aufgrund veränderter Umweltbedingungen. Das Ziel sollte sein, dass Bakterien nicht nur immer als Feinde von Organismen wie den Menschen gesehen werden, sondern als Partner oder neutrale Organismengruppe mit eigenen Fähigkeiten und Aufgaben.

4.4 FAZIT – Fokusgruppeninterviews zu Fachinhalten der Metaorganismus-Forschung

4.4.1 Fazit zur Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen

Zusammenfassend diskutierten Schüler*innen und Lehrer*innen hinsichtlich der Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen über ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis, dem einseitigen Abhängigkeitsverhältnis oder gar keinem Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Mikroorganismen. Die Aussagen der Schüler*innen blieben dabei meist auf einer allgemeinen Ebene, indem die Beziehung als “lebensnotwendig“, “gegenseitig“ oder “unterschiedlich je nach Bedürfnis“ beschrieben

wurde. Die Aussagen der Lehrkräfte benannten hingegen die Beziehung als Symbiose, die z.B. "oft erst bei Schwierigkeit sichtbar wird" oder "keine aktive Bemühung beinhaltet". Häufiger von Lehrkräften wurde ein einseitiges Abhängigkeitsverhältnis vom Wirt zu seinen Bakterien erwähnt, die z.B. lebensnotwendige Aufgaben übernehmen oder im Darm helfen. Zu gleichen Teilen wurde das Abhängigkeitsverhältnis zum Wirt beschrieben, dass vielmehr einer Vorstellung von der parasitären Nutzung des Wirtes oder der Nutzung des Lebensraumes geprägt ist. Nur eine Schüleraussage deutet kein Abhängigkeitsverhältnis an, da Bakterien ständig in Wechselwirkung mit der Umwelt stehen und vielleicht auch mit dem Organismus (Mensch). Zur Beziehungsebene lassen sich wie bei Studien zu Byrne (2011) oder Hilge (1999) negative Emotionen zu Mikroorganismen wiederfinden z.B. in Bezug auf den Menschen als Wirt und Nahrungsquelle für Mikroorganismen (siehe Kapitel 4.3.1). Explizit bei Byrne (2011) wie auch in dieser Studie lassen sich viele anthropozentrische Bezugspunkte bei der Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen durch Aussagen wie "bei uns", "dem Menschen" oder "wir" (siehe Tabelle..., S....) wiederfinden. Aussagen, die auf einen gesunden Menschen ohne Mikroorganismen hindeuten wie bei Hörsch (2007) lassen sich in dieser Arbeit nicht wiederfinden. Die Aussagen können auf vermeintliche Wissensdefizite zur Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen von Schüler*innen und teilweise auch Lehrer*innen hindeuten, da das Thema möglicherweise wenig Einzug in die Curricula erhalten hat und auch sonst vielleicht wenig im Unterricht eingebracht wird, wie es einige Schüler*innen und Lehrer*innen berichteten. Obwohl Begriffe wie "Symbiose", "Mutualismus" oder "Parasitismus" zentrale Bestandteile in den Fachanforderungen Biologie der Oberstufe sind, zeigen sich in Hinblick auf die analysierten Aussagen noch Wissensdefizite und Schwierigkeiten diese Beziehung zwischen Mikroorganismen und Wirt genauer zu charakterisieren. Diese vermeintlichen Wissensdefizite sind auch in der Masterarbeit von Durchgraf (2019) in Bezug auf Schülervorstellungen zu Mikroorganismen und ihr Leben bzw. Zusammenleben mit Wirten wie dem Menschen zu finden. Es lassen sich ebenfalls beim Zusammenleben vom Mensch mit Mikroorganismen Beispiele zum Thema ‚Verdauung‘ und ‚Haut‘ wiederfinden sowie im Gegensatz zu Durchgraf (2019) auch häufiger zum Thema Immunsystem. Beispielsweise gab es keine Aussage, in denen das Zusammenleben mit Mikroorganismen komplett bestritten wurde. Viele Aussagen der Schüler*innen deuten zudem an, dass den Schüler*innen bewusst war, dass nicht nur der Mensch, sondern viele weitere Organismen mit Mikroorganismen zusammenleben, wie es auch die Ergebnisse von Durchgraf (2019) andeuten. Die Aussagen deuten darauf hin, dass viel Interesse an diesem Fachgebiet von Schüler*innen und Lehrer*innen besteht und Unterrichtsmaterial zu diesem Thema ein elementares Gebiet der biologischen Forschung und modernen Biologie noch weiter repräsentieren könnte. Wenige Studien zu Vorstellungen von Mikroorganismen nehmen dahingehend auch die Wahrnehmung der Lehrkräfte in den Blick oder beleuchten vielmehr die Vorstellungen zur Beziehungsebene von Mikroorganismen und Wirten, obwohl unsere Ergebnisse andeuten, dass gerade ein Vergleich beider Perspektiven besonders vielversprechend für das Design von Unterrichtsmaterialentwicklung in Bezug auf Fokussierung, Verständnisschwierigkeiten, Interessen oder Vorstellungen ist. Hier zeigt sich ein deutliches Forschungspotential für weitergehende Analysen in diesem Bereich.

4.4.2 Fazit zum Stigma "gute vs. schlechte Bakterien"

Zum Stigma "gute vs. schlechte Bakterien" wurden von Schüler*innen und Lehrer*innen vor allem Herausforderungen und Wege zur Überwindung des Stigmas "gute vs. schlechte Bakterien" diskutiert, dahingehend sprachen die Lehrkräfte anteilmäßig häufiger über die Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas und die Schüler*innen häufiger über die Wege zur Überwindung des Stigma. Auffällig erscheint bei den Herausforderungen, dass insbesondere Lehrkräfte über ein negativ geprägtes Bild von Mikroorganismen sprachen (siehe Kapitel 4.3.2), Alltagsvorstellung von Bakterien vor allem negativ), zudem äußerten diese auf Unterrichtsebene, vielmehr die Fokussierung auf negative Beispiele mit Bakterien vorzunehmen (häufig nicht intendiert) etwa beim Thema Medikamenten wie Antibiotika oder dem Immunsystem. Positive Beispiele von Bakterien würden laut Aussagen der Lehrkräfte meist

nicht explizit im Fokus stehen. Dieser negative Bezug zu Mikroorganismen bzw. Bakterien zeigt viele Gemeinsamkeiten mit der Schülervorstellungsforschung etwa von Byrne (2011) oder Hörsch (2007). Während Byrne (2011) häufig den Bezug von Mikroorganismen zu gefährlichen übertragbaren Krankheiten bei Schüler*innen beobachtet, zeigen sich in dieser Arbeit solche Aussagen häufig von Seiten der Lehrkräfte aber auch von Schüler*innen. So wurden beispielsweise wie bei Byrne (2011) Äußerungen zu Mikroorganismen bzw. Bakterien getätigt, in denen diese vielmehr als Feindbild des Immunsystems angesehen werden, anstatt über Bakterien als Helfer im Immunsystem des Menschen zu sprechen. Zu den Herausforderungen wurden auch strukturelle Probleme von Schüler*innen und Lehrer*innen genannt, indem Lehrkräften entsprechende Ausstattung und gut aufbereitetes Unterrichtsmaterial fehlt und Schüler*innen vielmehr die Verbreitung des schlechten Images durch Medien erwähnen. Insbesondere Schüler*innen nannten auch Wissensdefizite im Umgang mit dem Themenbereich, sodass laut Schüler*innen wohl zu wenig über diese Themen im Unterricht gesprochen wird, wie es auch andere Forschende wie Hammann und Asshoff (2014) betonen.

Als Wege zur Überwindung des Stigmas nannten ausschließlich Schüler*innen den Wunsch nach mehr Aufklärung im Unterricht durch eine differenziertere Betrachtungsweise etwa in "nützliche" und "schädliche" Bakterien oder der Vermittlung von Inhalte in kleineren Jahrgangsstufen. Häufig wurde in der Fokusgruppe auch eine Definition von "guten" und "bösen" Mikroorganismen diskutiert. Der Vorschlag die Perspektive auf die Bedürfnisse von Wirt und Bakterien zu lenken, kam von beiden Gruppen. Über das Nachfragen der Schüler*innen nach einer weiteren Definition über "gute" und "böse" Bakterien berichtet z.B. auch Durchgraf in ihrer Masterarbeit über eine Befragung von Gymnasialschüler*innen der 10. und 11. Klassen. Differenzierte Vorstellungen zu Mikroorganismen etwa bei unterschiedlichen Arten oder Verhalten in mal positiv und mal negativ für den Wirt wurde zwar vereinzelt angedeutet, aber häufig vielmehr nur der einen Art oder nur einer Funktion zugeschrieben wie bei Durchgraf (2019). Das Einbringen der Neutralität von Bakterien beschäftigte beide Perspektiven, wobei Lehrkräfte vielmehr Rückfragen dazu stellten und einige Schüler*innen die Neutralität von Bakterien vielmehr inhaltlich ausführten. An dieser Stelle könnte Unterrichtsmaterial zum Konzept der Neutralität von Bakterien auch eine neue Perspektive auf die Welt der Mikroorganismen für Lehrkräfte und Schüler*innen eröffnen. Beispiele zu positiven Auswirkungen von Bakterien wurden häufiger von Lehrkräften als von Schüler*innen genannt und können vielmehr im dritten Fazit detailliert nachgelesen werden. Die Analyse hat ergeben, dass eine der größten Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas das negativ vorherrschende Bild von Bakterien ist, das insbesondere auch in den Köpfen sowie im Unterricht weitervermittelt wird. An dieser Stelle kann Unterrichtsmaterial zur vielfältigen Repräsentation von Mikroorganismen das Bewusstsein der Lehrer*innen und Schüler*innen erweitern sowie eine Lehrerhandreichung viele der Fehlvorstellungen sichtbar machen und entsprechende Alternativen formulieren. Dieser Meinung sind auch Forschende wie Hammann und Asshoff (2014), die einen abwechslungsreichen Biologieunterricht zur Vielfältigkeit von Mikroorganismen fordern und explizit die Thematisierung der positiven Auswirkungen von Mikroorganismen vorschlagen. Bezüglich der Wahrnehmung von Mikroorganismen gibt es einige Studien, die jedoch auch die Wahrnehmung der Lehrkräfte zu diesem Thema weniger in den Blick nehmen und Ansatzpunkt für weitere Forschung sein kann.

4.4.3 Fazit zu positiven Zugängen zu Mikroorganismen

Hinsichtlich der positiven Zugänge zum Themenfeld der Bakterien wurden diese in Hinblick auf thematische, anthropozentrische, methodische und emotionale Zugänge diskutiert. Dabei überwogen in fast allen Bereichen die Lehrerantworten, was aufgrund der Expertise und dem unterrichtsbezogenen Wissen von Lehrkräften zu erwarten war. Hinsichtlich der thematischen Zugänge wurden von beiden Seiten vereinzelte Vorschläge zum Thema ‚Umweltfaktoren‘ genannt, die meisten Vorschläge der Schüler*innen und Lehrer*innen behandeln die Bestandteile eines Organismus wie Haut, Darm oder Stoffwechsel sowie das Thema ‚Ernährung‘ mit dem Herstellungsprozess von Käse, Bier oder Joghurt von

beiden Perspektiven. Das Thema ‚Medizin und Technik‘ wurde dabei ausschließlich von den Lehrkräften angesprochen. Schüler*innen äußerten keine direkten Assoziationen dazu. Dies könnte ebenfalls mit dem erweiterten Wissenshorizont der Lehrkräfte zusammenhängen. Zu den anthropozentrischen Zugängen gab es vor allem viele Lehrkräfte, die sich aufgrund der Zugänglichkeit und des Interesses für einen klaren Menschenbezug aussprachen. Beide Seiten gaben jedoch auch Argumente dafür an, keinen Menschenbezug bei Mikroorganismen-Wirt-Interaktionen anzustreben. Dazu zählte die Einseitigkeit aus Lehrerperspektive und keine Notwendigkeit, wenn die Themen laut den Lernenden als interessant genug angesehen wurden. Dies zeigt vielmehr ein überraschendes Ergebnis im Vergleich zu anderen Studien etwa von Byrne (2011). Sowohl Lehrer*innen als auch Schüler*innen erwähnten eine Zwischenlösung durch den Bezug auf den Menschen zum Einstieg und dann die weitere Thematisierung anderer Organismen, wie es auch Kattmann (2007) erläutert. Hinsichtlich der methodischen Zugänge wurden von Schüler*innen vielmehr Mikroskopieren und Experimente vorgeschlagen sowie das Diskutieren über Dilemma-Situationen (bsw. Eingabe von Antibiotika) von Lehrkräfteseite. Emotionale Zugänge wurden eher von Lehrer*innen angesprochen, indem das spezifische Interesse an weiteren Bakterienthemen von beiden Seiten geäußert wurde, die Emotionen von Scham oder Ekel wurden etwa bei der Vermehrung von Bakterien oder der Behandlungsmethode der Stuhltransplantation angesprochen. Hinsichtlich der Masterarbeit von Durchgraf (2019) zu Schülervorstellungen zum Thema der Metaorganismus-Forschung lassen sich ebenfalls beim Zusammenleben des Menschen mit Mikroorganismen Beispiele zum Thema ‚Verdauung‘ und ‚Haut‘ wiederfinden sowie im Gegensatz zu Durchgraf (2019) auch häufiger zum Thema Immunsystem. In den Aussagen der Lehrkräfte und Schüler*innen zu den Aufgaben von Mikroorganismen deuten sich ähnliche Assoziationen wie bei Durchgraf (2019) an. Auch hier wurde die Verdauung am häufigsten genannt (siehe z.B. Tabelle 17 & 24) sowie Beispiele als Krankheitserreger und eher in allgemeiner Form als Schutz vor Krankheiten. Die Kategorie als Krankheitsbekämpfung wurde weniger genannt, vielmehr galten Mikroorganismen häufiger als Krankheitserreger (siehe z.B. Tabelle 17). Auffällig zeigte sich, dass sowohl Schüler*innen als auch Lehrer*innen vielfältige Beispiele bei Nahrungsmitteln und dem Aufgabengebiet der Mikroorganismen nennen konnten. Somit zeigen sich viele Ideen, Interessen und Ansatzpunkte positive Zugänge von Themen der Mikroorganismen in den Unterricht zu behandeln, die momentan laut der Studienergebnisse noch nicht so vielfältig und nachhaltig im Unterricht integriert werden. Die Erstellung von didaktisch aufbereitetem Unterrichtsmaterial mit Lehrkräften und Schüler*innen zu positiven Aspekten von Mikroorganismen etwa zum Thema ‚Organismus‘ wie Darm oder medizinischen Behandlungen wie der Stuhltransplantation, aber auch die ökologische Bedeutung von Mikroorganismen oder technologische Aspekte mit Mikroorganismen könnte an dieser Stelle ein effektiver Weg sein, diese vielfältigen Themen auch stärker im Unterricht zu platzieren wie es auch Hammann und Asshoff (2014) vorschlagen.

4.5 VERBRÜCKENDE DESIGNRICHTLINIEN ZU FACHINHALTEN DER METAORGANISMUS-FORSCHUNG

Der folgende Vorschlag von Designrichtlinien umfasst die Ergebnisauswertungen der Wissenschaftler*innen, Schüler*innen und Lehrer*innen der zweiten Studie dieser Promotionsarbeit. Als theoretischer Rahmen der Entwicklung von Designrichtlinien dienten dazu die Forschungsarbeiten von Kali (2008) sowie das Buch "Design Research in Education" von Artur Bakker (2018), in dem dieser Ansatz ausführlicher beschrieben wurde. Die Designrichtlinien sind in drei Abstraktionsebenen nach Kali (2008) untergliedert: Meta-Designrichtlinie (was soll übergeordnet vermittelt werden), Pragmatische Designrichtlinie (wie soll das zu Vermittelnde damit konkreter bei der Zielgruppe erreicht werden), Spezifische Designrichtlinie (wie kann dies konkret im Unterrichtsmaterial aussehen und umgesetzt werden).

Tabelle 26. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der Beziehungsebene zwischen Wirt und Mikroorganismen

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Designrichtlinien zur Beziehungsebene zwischen Wirt und Mikroorganismen
Meta Designrichtlinie:	Anhand der Vermittlung des Metaorganismus-Prinzips verdeutlichen, in welcher partnerschaftlichen Beziehung Mikroorganismen und der Wirt zueinanderstehen können.
Pragmatische Designrichtlinie:	Ein grundlegendes Verständnis über das Metaorganismus-Prinzip erlangen, indem die symbiontische Beziehungsebene zwischen Mikroorganismen und Wirt vielfältig charakterisiert wird.
Spezifische Designrichtlinie 1*:	Anhand eines Metaorganismus verdeutlichen, dass symbiontische Beziehungen zwischen Wirt und Mikroorganismen nicht die Ausnahme, sondern die Regel in der Natur sind.
Spezifische Designrichtlinie 2:	Als Folge der Interaktion von Mikroorganismen und Wirt visualisieren, wie der Mensch ohne die Symbiose mit Mikroorganismen möglicherweise leben würde. Daran erkennen, wie und warum die gemeinsame Entstehungsgeschichte der Partnerschaft zwischen Mikroorganismen entstanden ist und welche Chancen dies bietet.
Spezifische Designrichtlinie 3:	Verschiedene Arten der Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen (Mutualismus, Symbiose, Parasitismus) an einem Organismus beispielhaft aufzeigen, bei denen schließlich ersichtlich wird, welche Vorteile und Nachteile diese Arten der Beziehungen für Mikroorganismen und Wirt hat und wie diese zueinanderstehen.
Spezifische Designrichtlinie 4:	Zur Vertiefung: Wissenschaftscomic „Meta und das Geheimnis der Schwämme“ aus dem „Ich bin Meta“ Heft in die Unterrichtsmaterialien zum Darwintag integrieren, um die Leistung der Mikroorganismen in einem Immunsystem auch außerhalb des Menschen zu zeigen.
Spezifische Designrichtlinie 5:	Zur Vertiefung: Videos von interviewten Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung im Unterricht integrieren zu Themen „all life is microbial“ und „dangers to the microbiome“. Danach reflektieren, wie hier die Symbiose zwischen Wirt und Mikroorganismen dargestellt wird.

*Die grau markierten Bereiche wurden im Unterrichtsmaterial tatsächlich umgesetzt.

Im folgenden Abschnitt folgt die Begründung zur Formulierung der Designrichtlinien sowie Kennzeichnung der verschiedenen Einflüsse:

Meta Designrichtlinie: Anhand der Vermittlung des Metaorganismus-Prinzips verdeutlichen, in welcher partnerschaftlichen Beziehung Mikroorganismen und der Wirt zueinanderstehen.

Erläuterung: Metaorganismus-Forschende nannten als Vermittlungsziel, dass das Konzept eines Metaorganismus von Schüler*innen verstanden werden sollte. Zudem zeigten die Curriculumsanalyse (Studie 1, Kapitel 3.2.2), dass das Konzept der Symbiose (sowie Mutualismus, Parasitismus) ein zentrales Unterrichtsthema in den Fachanforderungen (S-H) darstellt. Hinsichtlich der 2. Studie gibt es Hinweise darauf, dass die interviewten Schüler*innen und Lehrer*innen zwar vielfältige Vorstellungen zur Beziehungsebene von Mikroorganismen und Wirt besitzen, aber diese häufig von Fehlvorstellungen, allgemein gehaltenen Beschreibungen oder fehlendem Wissen geprägt waren (Kapitel 4.2.1 & 4.3.3).

Pragmatische Designrichtlinie: Ein grundlegendes Verständnis über das Metaorganismus-Prinzip erlangen, indem die symbiontische Beziehungsebene zwischen Mikroorganismen und Wirt vielfältig charakterisiert wird.

Erläuterung: Die Beschreibungen zur 2. Studie zeigten bei Schüler*innen zur Beziehungsebene zwischen Mikroorganismen und Wirt ein häufig nicht direkt zuordbares Verständnis. An dieser Stelle

könnte das Eingehen der Symbiose als wahrscheinlich zentrale Beziehungsform zwischen Wirt und Mikroorganismen mit Klärung der "Abhängigkeit" zwischen beiden Akteuren ein Weg zum tiefergehenden Verständnis eines Metaorganismus darstellen.

Spezifische Designrichtlinie 1: Anhand eines Metaorganismus verdeutlichen, dass symbiontische Beziehungen zwischen Wirt und Mikroorganismen wie beim Schwamm nicht die Ausnahme, sondern die Regel in der Natur sind.

Erläuterung: Zum SFB 1182 wird an vielen Metaorganismen geforscht, wie auch zum symbiontischen Miteinander im Organismus "Schwamm". Schüler*innen gaben einerseits bei der Voruntersuchung zum Darwintag 2019 an, dass der Schwamm ein besonders interessanter Organismus für den Unterricht sein kann, weil dieser auch häufig nicht so im Unterricht durchgenommen wird (siehe Ergebnisse der 1. Studie zu Schülerinteressen, Kapitel 3.2.2). Andererseits forscht eine Wissenschaftler*in daran, die zum Darwintag (2021, 2022) einen Vortrag darüber hielt und weitere Visualisierungen für die allgemeine Öffentlichkeit schon veröffentlicht hat (siehe Schwammkarte, Link in Anhang A).

Spezifische Designrichtlinie 2: Als Folge der Interaktion von Mikroorganismen und Wirt visualisieren, wie der Mensch ohne die Symbiose mit Mikroorganismen möglicherweise leben würde. Daran erkennen, wie und warum die gemeinsame Entstehungsgeschichte der Partnerschaft zwischen Mikroorganismen entstanden ist und welche Chancen dies bietet.

Erläuterung: Wissenschaftler*innen gaben beim Workshop an, dass es besonders wichtig ist an Schüler*innen zu vermitteln, wie die Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen wohl genauer funktioniert, welche Folgen damit verbunden sein können und warum es überhaupt diese Art der Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen gibt. Zusammengenommen könnte dies einen Beitrag zur Förderung eines grundlegenden Verständnisses zum Metaorganismus leisten. Bei der Untersuchung kam zudem heraus, dass Schüler*innen und Lehrer*innen in den Fokusgruppen wahrscheinlich nicht immer ganz ersichtlich wurde, welchen entscheidenden positiven Beitrag auch die Mikroorganismen in einem Metaorganismus leisten. Dieses könnte an dieser Stelle besonders betont werden.

Spezifische Designrichtlinie 3: Verschiedene Arten der Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen (Mutualismus, Symbiose, Parasitismus) an einem Organismus beispielhaft aufzeigen, bei denen schließlich ersichtlich wird, welche Vorteile und Nachteile diese Arten der Beziehungen für Mikroorganismen und Wirt hat und wie diese zueinanderstehen.

Erläuterung: Um das Verständnis einer symbiontischen Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen zu erleichtern, könnte ein Weg die Differenzierung zu anderen Beziehungsarten wie die neutrale oder negative Beziehung zwischen Wirt und Mikroorganismen sein. Mit Hilfe dieser Gegenüberstellung könnten die Unterschiede zum Charakterisieren der Symbiose noch deutlicher werden, da Schüler*innen und Lehrer*innen auch in den Fokusgruppeninterviews noch immer eine stark negativ geprägte Assoziation mit Mikroorganismen andeuteten (siehe Kapitel 4.2.2).

Spezifische Designrichtlinie 4: Zur Vertiefung: Wissenschaftscomic „Meta und das Geheimnis der Schwämme“ aus dem „Ich bin Meta“ Heft in die Unterrichtsmaterialien mit aufnehmen, indem das Immunsystem des Schwammes thematisiert wird.

Erläuterung: Die Idee ist den Wissenschaftscomic als visuelles Medium zum Thema Schwämme mit aufzunehmen, indem das Thema des Immunsystems eines Wirtes thematisiert wird. Nach Aussagen der Schüler*innen und Lehrer*innen wurde das Immunsystem des Menschen häufig in Verbindung mit schädlichen Mikroorganismen unterrichtet (siehe Kapitel 4.2.1 & 4.2.2). An dieser Stelle könnte das

Immunsystem eines anderen Wirtes in Zusammenhang mit der positiven Wirkung von Mikroorganismen thematisiert werden.

Spezifische Designrichtlinie 5: Zur Vertiefung: Videos/Einblicke von aktiven Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung in den Unterricht integrieren (zu Themen „all life is microbial“ und „dangers to the microbiome“) zum Kernkonzept der “Symbiose“. Danach reflektieren, wie hier die Symbiose zwischen Wirt und Mikroorganismen dargestellt wird.

Erläuterung: Die Videos könnten die eigene Perspektive erweitern durch das Anhören von Vorträgen/Gesprächen mit aktiv Forschenden und welche aktuellen Erkenntnisse zur Symbiose-Forschung vorliegen. An dieser Stelle könnte der Wunsch von Schüler*innen nach Einblicken in aktuelle Forschung entsprochen werden (siehe Kapitel 4.8.2) sowie ein allgemein anerkanntes und weit verbreitetes Konzept der Fachforschung “Symbiose“ (das auch Schüler*innen bekannt sein sollte) zu fokussieren und daran Einblicke in aktuelle Wissenschaftsdiskurse aufzuzeigen.

Tabelle 27. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema des Stigmas von „guten“ vs. „schlechten“ Bakterien

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Designrichtlinie zum Stigma “gute vs. schlechte Bakterien“
Meta Designrichtlinie:	Anhand der Vermittlung des Metaorganismus-Prinzips verdeutlichen, welche positive Rolle Mikroorganismen als eigene Organismengruppe zum Wirt einnehmen.
Pragmatische Designrichtlinie:	Ein grundlegendes Verständnis über das Metaorganismus-Prinzip erlangen, indem die Mikroorganismen als eigene Organismengruppe wahrgenommen werden.
Spezifische Designrichtlinie 1*:	Die Lebenswelt von Mikroorganismen fokussieren, indem beispielsweise auf die bakterielle Kommunikation durch <i>Quorum sensing</i> und <i>Quorum quenching</i> eingegangen wird. Zur Vertiefung hierbei auch das Kapitel „Dazwischengeredet – Wie der Wirt die Sprache der Bakterien verändert“ aus dem Heft „Ich bin Meta“ integrieren.
Spezifische Designrichtlinie 2:	Die hohe Anpassungsfähigkeit von Mikroorganismen an ihre Umwelt verdeutlichen und ihre positiven Aufgaben innerhalb der Mikroorganismen-Wirt-Beziehung erläutern, indem vielfältige Beispiele wie fluoreszierende Bakterien in Tintenfischen oder Bakterien im menschlichen Darm gezeigt werden.
Spezifische Designrichtlinie 3:	<i>Fun Facts</i> über Mikroorganismen und ihre Besonderheiten im Rahmen der Perspektive von Mikroorganismen präsentieren.
Spezifische Designrichtlinie 4:	Spielerische Zugänge zur Fokussierung von Mikroorganismen als eigenen Organismus („Teste dein Wissen für Einsteiger, Mittelstufe und Profis“) von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen.
Spezifische Designrichtlinie 5:	Vielfältige Zugänge zum Thema Mikroorganismen und Metaorganismus-Forschung herstellen, das den Bezug zum Menschen einerseits herstellt, aber auch an einigen Stellen über den Menschen hinausgeht.

Die grün markierten Bereiche wurden im Unterrichtsmaterial tatsächlich umgesetzt.

Begründung zur Formulierung der Designrichtlinien sowie Kennzeichnung der verschiedenen Einflüsse:

Meta Designrichtlinie: Anhand der Vermittlung des Metaorganismus-Prinzips verdeutlichen, welche entscheidende Rolle Mikroorganismen als eigene Organismengruppe zum Wirt einnehmen.

Erläuterung: Mit Hilfe des Konzeptes eines Metaorganismus wird eine übergreifende Perspektive auf den Wirt sowie die assoziierten Mikroorganismen eingenommen. Hierbei kann vielmehr verdeutlicht

werden, welche entscheidende Rolle Mikroorganismen als eigene Organismen in einem Wirt oder der Umwelt einnehmen. Zudem kann geklärt werden, warum diese so wichtig sind für Wirte und nicht nur die umgekehrte Sichtweise vom Wirt ausgehend. Dieses erscheint notwendig, da die Aussagen der Lehrer*innen und Schüler*innen darauf hindeuten, dass eine stark wirtsbezogene Perspektive eingenommen wird und weniger die Perspektive ausgehend von Mikroorganismen (siehe Kategoriensystem 18-21).

Pragmatische Designrichtlinie: Ein grundlegendes Verständnis über das Metaorganismus-Prinzip erlangen, indem die Mikroorganismen als eigene Organismengruppe wahrgenommen werden.

Erläuterung: Die erweiterte Perspektive eines Metaorganismus eröffnet auch den Blick auf Mikroorganismen als eigene Organismengruppe mit ihren eigenen Eigenschaften, Bedürfnissen und Aufgaben, die laut den vorliegenden Erkenntnissen im Unterricht weniger explizit fokussiert wurde (siehe Ergebnisse der 2. Studie in Kapitel 4.2).

Spezifische Designrichtlinie 1: Die Lebenswelt von Mikroorganismen fokussieren, indem beispielsweise auf die bakterielle Kommunikation durch *Quorum sensing* und *Quorum quenching* eingegangen wird. - Zur Vertiefung hierbei auch das Kapitel „Dazwischengeredet – Wie der Wirt die Sprache der Bakterien verändert“ aus dem Heft „Ich bin Meta“ integrieren.

Erläuterung: Wissenschaftler*innen wiesen zur Vertiefung der Funktionsweise einer Beziehung zwischen Mikroorganismen und Wirten auf zentrale Mechanismen wie die bakterielle Kommunikation mit *Quorum sensing* und *Quorum quenching* hin (siehe Abbildung 26). Die weitere Thematisierung der Lebenswelt von v.a. Bakterien könnte demnach einen Beitrag zum vielfältigeren Verständnis dieser Organismen beitragen, dass von Schüler*innen zudem als interessantes Thema wahrgenommen wurde, worüber diese noch wenig wussten.

Spezifische Designrichtlinie 2: Die hohe Anpassungsfähigkeit von Mikroorganismen an ihre Umwelt verdeutlichen und ihre Aufgaben innerhalb der Mikroorganismen-Wirt-Beziehung erläutern, indem vielfältige positive Beispiele wie fluoreszierende Bakterien in Tintenfischen oder Bakterien im menschlichen Darm gezeigt werden.

Erläuterung: Um das Bewusstsein für die Variabilität von Mikroorganismen zu erweitern, wäre eine weitere Möglichkeit die Eigenschaften von Mikroorganismen innerhalb der Mikroorganismen-Wirt-Beziehung zu verdeutlichen z.B. die hohe Anpassungsfähigkeit von Mikroorganismen an ihre Umwelt etwa bei Orten wie der Tiefsee, dem Darm eines Wirtes oder der Wüste.

Spezifische Designrichtlinie 3: *Fun Facts* über Mikroorganismen und ihre Besonderheiten im Rahmen der Perspektive von Mikroorganismen präsentieren.

Erläuterung: Schüler*innen wiesen in den Untersuchungen daraufhin, dass sie wenig Wissen über Mikroorganismen an sich und das Zusammenwirken mit dem Wirt besitzen, aber gern mehr darüber erfahren würden (siehe Kategoriensysteme 18-21). Um das Bewusstsein der Schüler*innen und Lehrer*innen für Mikroorganismen somit zu erweitern, könnte die Fokussierung auf Mikroorganismen und ihre entscheidende Rolle in der Umwelt ein Ansatz dafür sein. Diese könnten als Hauptakteure in einem Dialog präsentiert werden z.B. in Form von einem Dialog zwischen Mikroorganismen und einem Wirt.

Spezifische Designrichtlinie 4: Spielerische Zugänge zur Fokussierung von Mikroorganismen als eigenen Organismus („Teste dein Wissen für Einsteiger, Mittelstufe und Profis“ oder ein Suchrätsel zur Welt der Bakterien) von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen.

Erläuterung: Die Idee ist auf spielerische Art und Weise die Aufmerksamkeit der Schüler*innen auf Mikroorganismen lenken, indem diese ein Quiz und/oder Rätsel erhalten, das Fachwörter und Erläuterungen aus der Welt der Mikroorganismen beinhaltet.

Spezifische Designrichtlinie 5: Vielfältige Zugänge zum Thema Mikroorganismen und Metaorganismus-Forschung herstellen, das den Bezug zum Menschen einerseits herstellt, aber auch an einigen Stellen über den Menschen hinausgeht.

Erläuterung: Schüler*innen und Lehrer*innen gaben unterschiedliche Präferenzen an, ob sie einen Bezug zum Menschen bei Forschungsthemen wünschen (siehe Kategoriensysteme 22-26). An dieser Stelle könnte ein kombinierter Ansatz eingesetzt werden: Ein thematischer Zugang wäre zu einem Organismus wie dem Schwamm und seinen Mikroorganismen. In diesem wird aufgezeigt, wie damit geforscht wird, warum der Schwamm als Untersuchungsgegenstand spannend ist und inwieweit dies mit dem Menschen zusammenhängt z.B. die Forschungserkenntnisse, der Nutzen im Alltag oder die allgemeinen Mechanismen zwischen dem Wirt und Bakterien.

Tabelle 28. Ausformulierte Designrichtlinien zum übergreifenden Austausch zwischen Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Schüler*innen

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Übergreifende Designrichtlinie zwischen Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Schüler*innen
Meta Designrichtlinie:	Einblicke in verschiedene Zieldimensionen bei verschiedenen Beteiligten von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen anhand des Themas der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen in einem iterativen Designprozess geben.
Pragmatische Designrichtlinie:	Bewusstsein für andere Zielperspektiven der Beteiligten schaffen und damit Adaptionfähigkeit und Nutzung der Angebote fördern.
Spezifische Designrichtlinie 1*:	Verschiedene Zielperspektiven zum Thema der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen explizit erfassen und wechselseitig in einem iterativen Designprozess aufzeigen durch z.B. <i>Concept Cartoons</i> mit Zitaten der Beteiligten oder Fehlvorstellungen aus der Forschungsliteratur.
Spezifische Designrichtlinie 2:	Prä-Post-Befragungen von Schüler*innen und Lehrer*innen zum Darwintag durchführen, bei denen die Erwartungen, Interessen, Lernvoraussetzungen oder Wahrnehmungen der Vorträge erhoben werden. Diese Ergebnisse dann den Vortragenden Wissenschaftler*innen und Organisationsteam des Darwintages zur Verfügung stellen.
Spezifische Designrichtlinie 3:	Hinweise an die Lehrkräfte zum Unterrichten der Materialien reichen, in denen explizit Tipps zur „Betrachtungsweisen auf Mikroorganismen“, „Schülerinteressen“ und „Input aus der Forschung“ gegeben werden.

*Die grün markierten Bereiche wurden im Unterrichtsmaterial tatsächlich umgesetzt.

Begründung zur Formulierung der Designrichtlinien sowie Kennzeichnung der verschiedenen Einflüsse:

Meta Designrichtlinie: Einblicke in verschiedene Zieldimensionen bei verschiedenen Beteiligten von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen anhand des Themas der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen in einem iterativen Designprozess geben.

Erläuterung: Das gegenseitige Präsentieren von fachdidaktischen Forschungseinblicken verfolgt den Zweck, das Bewusstsein für alle Beteiligten zu erweitern. Konkret können diese Eindrücke etwa bei Vorträgen zum Darwintag einfließen, um diese besser an die Zielgruppe adaptieren zu können oder der Zielgruppe Einblicke in neue Forschung geben, um ihren Interessen und Bedürfnissen noch besser an außerschulischen Lernorten zu entsprechen.

Pragmatische Designrichtlinie: Bewusstsein für andere Zielperspektiven der Beteiligten schaffen und damit Adaptionsfähigkeit und Nutzung der Angebote fördern.

Erläuterung: Mit Hilfe des gegenseitigen Austausches kann die Empathie und das Bewusstsein der Stakeholder sich selber gegenüber gesteigert werden, was sich wiederum positiv auf die Nutzung der Angebote wie den Darwintag auswirken kann durch z.B. die Adaption der Inhalte spezieller an die Bedürfnisse der Zielgruppe von Schule und umgekehrt die Reaktion von Teilen der Öffentlichkeit gegenüber der aktuellen Forschung.

Spezifische Designrichtlinie 1: Verschiedene Zielperspektiven zum Thema der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen explizit erfassen und wechselseitig in einem iterativen Designprozess aufzeigen durch z.B. Concept Cartoons mit Zitaten der Beteiligten oder Fehlvorstellungen aus der Forschungsliteratur.

Erläuterung: Die Umsetzung dieser Art des Austausches durch *Concept Cartoons* vermittelt einen Einblick in die andere Perspektiven, bei denen zeitliche und räumliche Kapazitäten gegeben werden, die eigene Perspektive zu erklären und Ansatzpunkte zum Zusammenarbeiten und den Aushandeln von Ideen bezüglich der Unterrichtsmaterialien zu liefern.

Spezifische Designrichtlinie 2: Prä-Post-Befragungen von Schüler*innen und Lehrer*innen zum Darwintag durchführen, bei denen die Erwartungen, Interessen, Lernvoraussetzungen oder Wahrnehmungen der Vorträge erhoben werden. Diese Ergebnisse dann den Vortragenden Wissenschaftler*innen und Organisationsteam des Darwintages zur Verfügung stellen.

Erläuterung: Umsetzung des Perspektivenabgleichs durch wechselseitige Befragungen der Lehrer*innen, Schüler*innen und Wissenschaftler*innen, bei denen diese an die Vortragenden Wissenschaftler*innen zur Evaluation und Reflexion weitergegeben werden. Durch diesen Kreislauf kann der Darwintag nachhaltig verbessert werden und die Forschenden bekommen Einblicke in ihr Zielpublikum.

Spezifische Designrichtlinie 3: Hinweise an die Lehrkräfte zum Unterrichten der Materialien reichen, in denen explizit die didaktischen Forschungserkenntnisse zur "Betrachtungsweisen auf Mikroorganismen", "Schülerinteressen" und "Input aus der Forschung" gegeben werden.

Erläuterung: Gestaltungshinweise an Lehrkräfte als schulische Vermittler*innen des Unterrichtsmaterials aushändigen, bei denen verschiedene Arten von Hinweisen berücksichtigt werden. Je nach eigenen Voraussetzungen und Bedürfnissen können die Hinweise fragmentiert oder vollständig gelesen und beim Unterrichten berücksichtigt werden. Das Ziel dieser Hinweise ist ein erleichterter Einstieg in die Materialien sowie dem Unterrichten dieser Materialien zu geben, indem sich das Bewusstsein und die Aufmerksamkeit auf aktuelle Forschung, die Differenzierung der Zielgruppe und der Umgang mit Fehlvorstellungen richtet.

4.6 UMSETZUNG IN BILDUNGSPRODUKTE ZUM DARWINTAG (Teil 1)

Nach dem Erstellen der Designrichtlinien wurden diese konkret in Bildungsprodukte überführt. Auf Seiten der schulischen Zielgruppe wurden diese konkret in begleitendes Unterrichtsmaterial und Lehrerhandreichungen zum Darwintag 2022 überführt sowie diese zur Überarbeitung von vorhandenen Unterrichtsmaterialien genutzt, die zur fachlichen Ergänzung des Darwintages 2022 in der Schule eingesetzt werden können. Auf Seiten der kommunizierenden Wissenschaftler*innen wurden diese für konkrete Gestaltungshinweise zum Darwintag 2022 genutzt, die diese zur Vorbereitung ihres Vortrages am Darwintag 2022 nutzen konnten. Im folgenden Kapitel wird diese Überführung kurz dargestellt (siehe Abbildung 30-43). Für eine ausführliche Auseinandersetzung mit den Materialien sind diese im Anhang A beim weiterführenden Link zu finden.

Mikroorganismen und Schwämme – Forschung über eine uralte Freundschaft

Oft hören wir im Alltag Aussagen wie „Bakterien¹ sind gefährlich, weil sie uns krank machen!“. Darum waschen und desinfizieren sich viele mehrmals täglich die Hände oder säubern die in Plastik verpackten Lebensmittel. Dabei wird das schlechte Image den mikroskopisch kleinen Bakterien keinesfalls gerecht! Durch schnelle, effektive und kostengünstige Methoden wie der **16S-rRNA-Genanalyse** und der **in situ-Hybridisierung** konnten Forschende wie Lara (Abb. 1) in den letzten Jahren grundlegende Erkenntnisse in Bezug auf die Interaktion zwischen Mikroorganismen und Wirt gewinnen. Diese Studien verdeutlichen immer mehr, dass die Mehrheit der Bakterien, Pilze und anderer Einzeller keine Bedrohung von Leben und Gesundheit darstellen, sondern viele Arten stattdessen im Zusammenleben mit dem Wirtsorganismus harmlos und vielmehr überlebenswichtig sind wie etwa bei der Immunabwehr oder Verdauung vieler Organismen. Wohl eine der ältesten Arten des Zusammenlebens ist die der Symbiose zwischen Schwämmen und Mikroorganismen.




Abb. 1: Forscherin Lara beglücklicht dich heute

Schwämme (Stamm Porifera, lateinisch porus "Pore" und ferre "tragen") sind ein wichtiger Bestandteil mariner Ökosysteme und weltweit in allen Ozeanen zu finden. Diese Porenträger gehören zu den evolutionär ältesten mehrzelligen Organismen auf der Erde. Da das sie umgebende Meerwasser Milliarden von Bakterien enthält, **evolvierten** diese Tiere, um ihr eigenes Überleben mit verschiedensten Arten von Mikroorganismen wie Bakterien zu sichern. Schwämme sind **sessile** Tiere, die keine inneren Organe und nur wenige Skelettstrukturen besitzen. Stattdessen ist der Schwamm-Körperbau eine effektive Filtermaschine, denn dieser strudelt jeden Tag Unmengen an Wasser durch ihren Körper (ein fußballgroßer Schwamm kann so ca. 3000 l pro Tag filtern). Die Mikroorganismen im Wasser sind für die Schwämme Nahrungsgrundlage (Futter), übernehmen hilfreiche Funktionen (**Symbionten**) aber können zum anderen auch schädliche Auswirkungen auf den Schwamm haben (**Pathogene**). Auf den nächsten Seiten erfährst du mehr, warum die Symbiose zwischen Wirten wie dem Schwamm und seinen Mikroorganismen so spannend für die Forschung ist, wie aktuell daran geforscht wird und was das alles mit dem Menschen zu tun hat.



Schwamm

Aufgaben:

- Lies dir deine zugeweilte Textseite sorgfältig durch und notiere dir drei Argumente entsprechend einer der nachfolgenden Fragestellungen:
 - Warum ist die Symbiose zwischen dem Schwamm und seinen Mikroorganismen so interessant für die Forschung?
 - Wie wird aktuell in der Symbiose-Forschung mit Schwämmen geforscht?
 - Was hat die Symbiose-Forschung des Schwammes mit mir zu tun?
- Erstellt zusammen in Kleingruppen ein Poster, indem ihr die wichtigsten Informationen präsentiert. Achtet dabei auch auf eine ansprechende Visualisierung, indem ihr Bilder aus dem Internet verwendet, selber Zeichnungen anfertigt oder euch eine Struktur zum Ordnen der Aussagen ausdenkt.
- Präsentiert euer Poster den anderen Gruppen wie bei einem Präsentationsstand. Wechselt euch gegenseitig ab, sodass jeder mindestens einmal sein Poster den Klassenkameraden vorgestellt und jeder die anderen Poster präsentiert bekommt. Notiert eure Ergebnisse in der Tabelle (S.8).

Begriffklärung: Mikroorganismen (Bakterien, Mikroben, Pilze und Einzeller gezählt. Bakterien mit Mikroorganismen gleichzusetzen ist damit nicht korrekt, denn es spricht nur eine unter drei Organismengruppen an.)

Spezifische Designrichtlinie: *Verschiedene Arten der Beziehungsebene von Wirt und Mikroorganismen (Mutualismus, Symbiose, Parasitismus) an einem Organismus beispielhaft aufzeigen, bei denen schließlich ersichtlich wird, welche Vorteile und Nachteile diese Arten der Beziehungen für Mikroorganismen und Wirt hat und wie diese zueinander stehen.*

Umsetzung im Material: In der Einleitung zum Unterrichtsmaterial werden bekannte Fehlvorstellungen über Mikroorganismen sowie Anknüpfungspunkte zum Curriculum gegeben, wie z.B. die Begrifflichkeiten Symbiont und Pathogene.

Abbildung 30. Unterrichtsmaterial Fachinhalt Seite 1/7

Spezifische Designrichtlinie: Anhand eines *Metaorganismus* verdeutlichen, dass *symbiotische Beziehungen zwischen Wirt und Mikroorganismen nicht die Ausnahme, sondern die Regel in der Natur sind*.

Umsetzung im Material: Aktuelle Erkenntnisse zur Symbiose zwischen Schwammwirt und Mikroorganismen darlegen (Text) sowie explizit die Verbindung zur Evolutionsgeschichte zw. Wirt und Mikroorganismen aufzeigen (Kasten), indem auch multiperspektivische Zugänge zum Thema geliefert werden (siehe Ergebnisse zur Interdisziplinarität, Kapitel 4.8.1).

Spezifische Designrichtlinie: Zur Vertiefung: *Videos von interviewten Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung im Unterricht integrieren zu Themen „all life is microbial“ und „dangers to the microbiome“*. Danach reflektieren, wie hier die Symbiose zwischen Wirt und Mikroorganismen dargestellt wird.

Umsetzung im Material: Integrierung des Videomitschnitts von der Symbiose-Forscherin Dr. Lara Schmittmann am Darwintag 2021 als neue Methode und andere Aufnahme der Informationen.

Spezifische Designrichtlinie: *Visualisierung wissenschaftlichen Fortschritts von früheren Forschungsannahmen im Vergleich zu heutigen Forschungsannahmen eines Forschungsgebietes der Metaorganismus-Forschung für die Schüler*innen verdeutlichen*. (siehe hierfür Designrichtlinien zu *Nature of Science*)

Umsetzung im Material: Einblicke und deren Forschungsentwicklung anhand der Symbiose-Forschung mit dem Schwamm im Rahmen des SFB 1182. Ziel ist es, Wissenschaft nicht als starres System mit "Fakten" zu präsentieren, sondern transparent darzustellen, wie Forscher*innen Erkenntnisse verschiedener Gruppen aufeinander aufbauen oder auch Hypothesen widerlegt werden können.

Gruppe 1: Warum ist die Symbiose zwischen dem Schwamm und seinen Mikroorganismen so interessant für die Forschung?

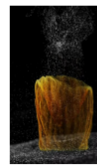


Abb. 1: Filterender Schwamm

Das Zusammenleben mit vielen weiteren Mikroorganismen in Symbiose (hunderte bis tausende Mikroorganismen pro Schwammindividuum) ist ein wichtiges Merkmal für Schwämme. Meist befinden sich die Symbionten außerhalb der Zelle und können schätzungsweise 40-60% der Schwammbiomasse ausmachen. Dazu zählen z.B. Cyanobakterien, Proteobakterien oder symbiotische Algen. Letztere sind meist mehrzellige Symbionten, die sehr gut und speziell an ihren Wirt angepasst und können dem Schwamm zum Beispiel zusätzliche Nährstoffe bereitstellen, das Skelett weiter stabilisieren oder durch chemische Wirkstoffe zur Abwehr gegen Feinde eingesetzt werden. Obwohl Schwämme im Wasser leben und dieses ständig filtern, ist aus Studien bekannt, dass sie gezielt nur bestimmte Bakterien fressen, die sich im Schwammgewebe vermehren und das Schwammgewebe prägen. In wissenschaftlichen Studien wird daher von einer Symbiose zwischen Schwammwirt und Bakterien gesprochen, wenn bei Schwämmen an unterschiedlichen Standorten die gleichen Bakterien auftauchen. Dazu kommt, dass diese einen Nutzen für den Wirt haben und diese Bakterien nicht im Umgebungswasser zu finden sind. Man geht daher von einem **artspezifischen Mikrobiom** bei jedem Schwamm aus.

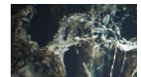


Abb. 2: Visualisierung der internen Struktur eines Schwammes

Auffällig ist zudem, dass verschiedenste Bakterien untereinander kommunizieren und eine gewisse gegenseitige Kontrolle über die Abgabe von Wirkstoffen erfolgt. Bisherige Vermutungen gehen dahin, dass nicht nur Schwammzellen die Interaktion in dem Mikrobiom stabil halten, sondern auch die Bakterien-Bakterien Interaktionen untereinander. Die unterschiedlichen Wirkstoffe von Bakterien können so nicht nur Bakterien von außerhalb abwehren, sondern auch Bakterien im Schwamm daran hindern sich unkontrolliert zu vermehren. Dies nennt man in der Fachsprache **Homöostase**. In diesem Gleichgewicht können Nährstoffe ausgetauscht werden und eine gegenseitige Unterstützung stattfinden, während gleichzeitig kontrolliert wird, dass niemand den anderen überwächst.

Exkurs in die Evolutionsgeschichte der Symbiose zwischen Wirt und Mikroorganismen:
Die Symbiose zwischen Wirten wie dem Schwamm und seinen assoziierten Mikroorganismen geht bis zur dauerhaften Integration von Bakterien innerhalb einer Wirtszelle zurück: Der **Endosymbiontentheorie** zufolge entstanden Mitochondrien und pflanzliche Chloroplasten aus **intrazellulären, bakteriellen Symbionten**. Beide lassen sich heute in jeder Tier- bzw. Pflanzenzelle als essentielle Organellen finden. Mittlerweile konnten durch moderne Verfahren wie der **DNA-Sequenzanalyse** in und auf sämtlichen Tieren und Pflanzen Mikroorganismen entdeckt werden, die offenbar in Symbiose mit ihrem Wirt zusammenleben. Im Laufe der gemeinsamen Entwicklung des Zusammenlebens (**Co-Evolution**) haben sie wichtige Aufgaben für den Wirt übernommen, und profitieren andererseits von diesem. Symbiotisches Zusammenleben findet je nach Wirt in spezialisierten Organen, zwischen den Zellen oder in den Zellen selbst statt. So kommen Tiere z.B. durch ihre symbiotischen Bakterien im Darm neue Lebensräume und Nahrung erschließen oder ihr Immunsystem speziell anpassen. All dies wäre ohne die Partnerschaft mit Mikroorganismen nicht möglich gewesen!

Transferaufgabe:
Um mehr über dieses Thema zu erfahren, schau dir den Vortrag zum Darwintag 2021 von der Symbiose-Forscherin Lara Schmittmann am GEOMAR Kiel an und schreibe drei Erkenntnisse aus dem Vortrag heraus (Übertrage den Link: https://www.youtube.com/watch?v=GNJuk4q04_U oder scanne den QR-Code).

Eva, 12. Klasse: *Bildet denn die symbiotische Beziehung zwischen Wirt und Bakterien die Axiome des Zusammenlebens?*

Symbiose-Forscherin Lara: *Aus Forschungsicht ist das gar nicht so leicht zu beantworten, Symbiose bezieht sich fast Wortursprung erstmal nur auf das Zusammenleben und dieses ist für Wirt und Mikroorganismen sowie Mikroorganismen untereinander überlebenswichtig. Ob dieser gegenseitige Einfluss dann positiv ist, kann nur in einzelnen Studien wirklich nachgewiesen werden.*

Abbildung 32. Unterrichtsmaterial Fachinhalt 2/7

Gruppe 2: Wie wird aktuell in der Symbiose-Forschung mit Schwämmen geforscht?

Die Symbiose als gegenseitige Nutzperschaft ist ein Forschungsfeld, bei dem Forschung erst anfangen diese im Detail zu verstehen. Neben Fragen nach dem Ursprung der Symbiose oder der genauen Funktionsweise wird nachfolgend ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand der Symbiose-Forschung bei Schwämmen in Kiel gegeben:

Der aktuelle Forschungsstand durch Kieler Wissenschaftler*innen wie der Symbiose-Forscherin Lara ist...

...dass *Halichondria baltica* ein besonderer Schwamm-Symbiont zu sein scheint. Dieses Bakterium wurde bislang nur in einer einzigen Schwammart gefunden, nämlich *Halichondria panicea*. – Lara und ihre Kolleg*innen am GEOMAR gehen davon aus, dass *Halichondria panicea* nicht ohne diesen Symbiont leben kann und er bereits für die Larvenentwicklung relevant ist. Intensiv beforcht wird dabei auch, welche Aufgaben *Halichondria* dabei übernimmt und warum.



© Kulturamt Kiel, Kieler Museum, © Foto von Ben Mäder

Weitere aktuelle Forschungserkenntnisse offenbaren, dass Schwämme zu den ältesten Tieren der Welt gehören und damit wohl eine der ersten Metaorganismen auf der Erde (ca. 800 Millionen Jahre alt) sind, die in einer Symbiose mit Bakterien leben. Daher sind Schwämme besonders geeignet, um evolutionär alte Mechanismen in der Interaktion von Wirten und symbiotischen Mikroorganismen zu untersuchen. Zudem gibt es wesentlich mehr Bakterienzellen als eigentliche Schwammzellen in einem Schwamm, wobei die Komplexität des Mikrobioms sich stark zwischen verschiedenen Schwammarten unterscheiden kann. Ein dritter Aspekt umfasst das Immunsystem der Schwämme, das auf bakterielle Signale reagiert und an der Unterscheidung zwischen Symbionten und Pathogenen beteiligt ist.

Kieler Wissenschaftler*innen wie die Symbiose-Forscherin Lara arbeiten momentan herauszufinden,...

...welche Aufgabe der Schwamm für die Bakterien übernimmt und umgekehrt – Momentane Studien von Lara und ihren Kolleg*innen am GEOMAR schaffen kontrollierte Haltungbedingungen der Schwämme, unter denen durch die Gabe von Antibiotika die Bakterien im Schwamm abgetötet werden. Anschließend werden gezielt einzelne Bakterienarten hinzugegeben und geschaut, was mit diesen passiert bzw. wie diese reagieren. Ein weiteres Forschungsjekt der Arbeitsgruppe untersucht, wie man Schwämme wie *Halichondria panicea* kultivieren und zu einem Modellorganismus für die Meeresforschung anpassen kann. Die erfolgreiche Kultivierung wäre eine Revolution für die weitere Symbiose-Forschung am Schwamm.



Forscherin Lara

Weitere aktuelle Forschungsfragen in der Symbiose-Forschung mit dem Schwamm sind z.B. Spielen **phagozytierende Schwammzellen** eine zentrale Rolle in der Bakterien-Wirt-Beziehung und dem Gleichgewicht des Mikrobioms? – Erste Studien deuten bereits darauf hin. Zudem gibt schätzungsweise noch 50.000 unentdeckte Schwammarten im Meer, die nur darauf warten noch mehr spannende Details über Schwämme zu offenbaren!

Transferaufgabe:
Gehe auf die Internetseite des Sonderforschungsbereiches 1182 (in Englisch) zur Symbiose-Forschung (Übertrage den Link: <https://www.sfb1182.uni-kiel.de/> oder scanne den rechten QR-Code).
Beantworte dabei folgende Frage: **In welche Forschungsbereiche gliedert sich der Sonderforschungsbereich 1182 und was ist ein beispielhaftes Forschungsziel aus einem der Bereiche?**

Eva, 12. Klasse: *Kann auch eine Symbiose mit Bakterien auch ändern oder fällt diese ein Leben lang?*

Symbiose-Forscherin Lara: *Eine gute Frage, die uns Forschende auch umtreibt. Stellung ist bekannt, dass die Umwelt ein wichtiger Faktor dabei spielt. So können z.B. symbiotische Bakterien im Darm in der faszinierenden Umgebung auch zu Parasiten werden, die den Wirt dann schädigen oder umgekehrt. Näheres dazu wird gerade noch untersucht.*

Abbildung 31. Unterrichtsmaterial Fachinhalt Seite 3/7

Spezifische Designrichtlinie: Vielfältige Zugänge zu einem Thema herstellen, die den Bezug zum Menschen einerseits herstellen, aber auch an einigen Stellen über den Menschen hinausgehen.

Umsetzung im Material: Bezug zum Thema Schwamm für die Schüler*innen herstellen, indem diese im Rahmen der Metaorganismus-Forschung eingebettet sind, Einblicke in die Medikamentenforschung mit dem Schwamm liefert oder den interdisziplinären Bezug zur Architektur herstellt. Diese Beispiele sind vor allem dazu gedacht, den Modellorganismus Schwamm in verschiedenen Kontexten vorzustellen und diverse Überschneidungsbereiche mit dem Menschen herzustellen (siehe auch Transferaufgabe).

Gruppe 3: Was hat die Symbiose-Forschung des Schwammes mit mir zu tun?

Schwämme sind durch ihre simple und ebenso faszinierende Bau- und Ernährungsweise, ihre Abwehrmechanismen sowie die Symbiosen mit Mikroorganismen wahre Überlebenskünstler. Mit Hilfe des Metaorganismus-Konzeptes (Abb. 1) wird ersichtlich, dass jeder Wirt in einem Zusammenspiel mit seinem in und auf ihm lebenden Mikroorganismen lebt, die von der Umwelt beeinflusst werden. Somit verfügt der Schwamm genauso über symbiotische Mikroorganismen wie der Mensch. Auch wenn sich die beiden Organismen äußerlich stark unterscheiden, lassen sich sowohl genetisch (der Mensch teilt etwa 70% seines Erbgutes mit Schwämmen) als auch bei den zentralen Mechanismen der Mikroorganismen-Wirt-Kommunikation zwischen Schwämmen und Menschen, Gemeinsamkeiten erkennen. Diese Gemeinsamkeiten können dabei helfen, diese Interaktion noch besser zu verstehen und diese Erkenntnisse auch auf den Menschen z. B. in der Medizin, Pharmazie oder den Ingenieurwesen zu übertragen.



Abb. 1: Das Konzept eines Metaorganismus

Bsp. 1: Wie können mit Hilfe der Schwämme Medikamente für den Menschen hergestellt werden?

Schwämme entwickelten durch ihre feststehende Lebensweise und das ständige Hineinstreuben von Meerwasser schon früh in ihrer Evolutionsgeschichte effektive, chemische Abwehrmechanismen, um sich vor Krankheitserregern zu schützen. Die Folge ist, dass Schwämme eine enorme Bakterienvielfalt und -dichte besitzen, die sich Forschende z.B. am GEOMAR in Kiel genauer anschauen. So fanden Forschende heraus, dass eine Stoffwechsellverbindung von Bakterien aus dem Tiefseeschwamm der Familie *Heptelidae* hemmend für das Krebszellwachstum sein kann. Das dort verantwortliche Molekül Neopeltolide konnte von Forschenden künstlich hergestellt werden und ist Gegenstand aktueller Untersuchungen für Medikamente beim Menschen. Jedoch steht dieses Forschungsgebiet vor großen Herausforderungen: Die Schwierigkeit besteht darin, den eigentlichen Produzenten von Abwehrstoffen zu finden und ihn dann dazu zu zwingen auch außerhalb des Schwammes den Wirkstoff zu produzieren. Diese Abwehrstoffe werden jedoch häufig nur im intakten Bakterienverbund mit der gewohnten Umwelt produziert, aber nicht wenn die Bakterien in Reinkultur gehalten werden. Bislang erweisen sich die Verteidigungsmechanismen von Schwämmen jedoch als vielversprechende, medizinische Fundgruben der Wissenschaft.

Bsp. 2: Warum ist der Gießkannenschwamm ein Vorbild für Ingenieure?

Nicht nur in der Medizin und Pharmazie ist der Schwamm ein interessantes Untersuchungsobjekt, sondern auch im Ingenieurwesen. Der Gießkannenschwamm (*Euplectella aspergillum*) baut z. B. sein Skelett aus Silikat (Salz der Kieselsäure), das aus gelösten Bestandteilen des Meerwassers generiert wird. Forschende entdecken, dass die Silikat-Nadeln des Schwammes besonders gut Licht leiten und über die gleichen Eigenschaften wie herkömmliche Lichtleiter aus Kunststoff oder Glas verfügen. Die Silikat-Nadeln sind zudem durch den schichtartigen Aufbau aus Lamellen nicht so anfällig für Risse als die industriell hergestellten Glasfaserkabel. Ständig ist den Forschenden unklar, ob der Gießkannenschwamm durch Zufall so ein guter Lichtleiter ist oder diese Eigenschaft mit einer besonderen Funktion für den Schwamm verbunden ist. Ebenso faszinierend für die Forschung ist das extrem stabile und anpassbare Skelett von einer Art Glaskäfig für diese Art von Schwämmen. Inspiriert von dieser Konstruktion aus sieben Strukturebenen, kommen diese auch beim Bau von Gebäuden zur Verwendung (Abb. 2). Diese besondere Bauweise von Schwämmen kann den Druck und die starke Stoßkraft der Tiefsee bestehen.

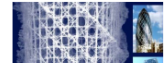


Abb. 2: Foto eines Gießkannenschwammes im Vergleich zum Hochhaus, Geopelt.de, J. Azenberg

Transferaufgabe:

Überlege, wann dir Schwämme sonst im Alltag begegnen und welche Funktion diese dann übernehmen.



Ist unser Tafelschwamm auch ein Tier?



Nein, der Tafelschwamm ist nur von der Natur und dem Körperbau echter Schwämme inspiriert. Menschen nutzen schon seit vielen hundert Jahren die Skelette natürlicher Schwämme als Badeschwämme, Küchen-, Tafe- und Putzschwämme sind künstliche Replikate aus z.B. Plastik oder Cellulose.

Abbildung 33. Unterrichtsmaterial Seite 4/7

Zusatzaufgabe: Fiktives Interview mit symbiotischen Bakterien und ihrem Schwammwirt

Wie vermehrt ihr Bakterien euch eigentlich untereinander?
Wir brauchen keinen anderen Partner für die Vermehrung, sondern wir teilen uns einfach. Und diese zwei neuen Bakterien teilen sich auch wieder und dann sind schon vier von uns vorhanden. Etwa alle 20 Minuten können wir uns teilen, sodass nach zehn Stunden aus einem Bakterium eine Million Bakterien entstehen können. Cool oder?

Seit wann gibt es etwa Bakterien auf der Erde und wie viele davon leben im Meer?
Wir Bakterien sind eigentlich die wahren Herrscher der Welt! Wir bewohnen die Erde seit mehr als 3,5 Milliarden Jahre und besiedeln jeden Lebensraum.
Und zur zweiten Frage, oh, wir sind ganz schön viele im Meer. Wie viele kann ich gar nicht genau sagen. Forschende haben zuerst etwa nur 20.000 verschiedene Arten von uns geschätzt. Lächerlich! Heute schätzen die den Bestand von uns auf über eine Milliarde Arten im Meer. Das sind 50-90% der lebenden Biomasse im Meer. Das hat deren Verständnis über uns ganz schön auf dem Kopf gestellt!

Halichondria panicea

Wie kommuniziert ihr Bakterienzellen eigentlich untereinander?
Das ist sehr komplex und ich will gar nicht zu viel verraten, nur so viel. Lange dachten Forschende, dass wir Bakterien einzellige, isolierte Organismen sind, die sich vor allem teilen. Das hat uns etwas schockiert, aber heute wissen die, dass wir Bakterien untereinander auch zum Wirt kommunizieren. Dies passiert über chemische Wege, also mit Hilfe von Signalmolekülen und wird von denen Quorum sensing genannt. Beim Quorum sensing gehen Forschende davon aus, dass das Überschreiten einer bestimmten Zelldichte bei uns zu einem Zustandswechsel im Wirt führt, d.h. die Eigenschaften unserer Population verändern sich und Prozesse beginnen, wie die Einleitung des DNA-Austausches bei Prozessen zur Entwicklung von Antibiotikaresistenz. Aber mehr verrate ich dazu nicht, mehr dazu können die schon selber herausfinden!

Wie lebt ihr in einer Symbiose innerhalb dieses Metaorganismus-Konzeptes? Ist dies ähnlich wie beim parasitären oder mutualistischen (beide Begriffe im Glossar zu finden) Zusammenleben?

Zusatzaufgabe:

Versetze dich nun selber in die Lage eines symbiotischen Bakteriums, das mit seinem Schwammwirt kommuniziert. Beantworte die noch offene Frage im Stil eines Bakteriums. Recherchiere für die Antwort in deinem Biologiebuch, nutze das Internet oder frage deine Lehrkraft bei Unstimmigkeiten. Vielleicht fallen dir dazu auch noch mehr spannende Fragen und Antworten ein, die du gerne auf der Rückseite notieren kannst!



Können Schwämme auch in mein Aquarium?



Theoretisch ja, praktisch allerdings eine Herausforderung. Es ist relativ schwierig Schwämme mit ausreichend Nahrung zu versorgen, die brauchen einen lit aus Bakterien, kleinen Algenzellen und gelösten Nährstoffen, und es gibt nicht viele Optionen im Handel. Sogar in unseren Forschungsaquarien haben wir Probleme, obwohl wir Gewässer direkt aus der Kieler Förde in unsere Aquarien pumpen...

Abbildung 34. Unterrichtsmaterial Fachinhalt 5/7

Spezifische Designrichtlinie: Fun Facts über Mikroorganismen und ihre Besonderheiten im Rahmen der Perspektive von Mikroorganismen präsentieren.

Umsetzung im Material: Fiktiver Dialog zwischen einem Schwammwirt und seinen Mikroorganismen erstellen. Dabei Perspektive v.a. auf Mikroorganismen legen und versuchen sich in sie hineinzuversetzen.


Spezifische Designrichtlinie: Die Lebenswelt von Mikroorganismen fokussieren, indem bzw. auf die bakterielle Kommunikation durch Quorum sensing und Quorum quenching eingegangen wird.

Umsetzung im Material: Im Dialog mit dem Schwammwirt und den assoziierten Mikroorganismen auf Themen eingehen, die von Schüler*innen und Lehrer*innen als spannend empfunden werden. Daraufhin auch die Übung zum eigenen Perspektivwechsel.

Sicherungstabelle für die Poster Präsentationen


Aufgabe:
In der nachfolgenden Tabelle kannst du deine Ergebnisse während den Poster-Präsentationen sichern und anschließend ein Fazit für dich selber formulieren.

Gruppe 1: Warum ist die Symbiose zwischen dem Schwamm und seinen Mikroorganismen so interessant für die Forschung?	Gruppe 2: Wie wird aktuell in der Symbiose-Forschung an Schwämmen geforscht?	Gruppe 3: Was hat die Symbiose-Forschung des Schwammes mit mir zu tun?
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
Fazit:		



Eva, 12. Klasse

Was ist das Ziel deiner Forschung bzw. der gesellschaftlicher Nutzen, der aus deiner Forschung resultieren könnte?



Symbiose-Forscherin Lara

Ich betreibe Grundlagenforschung. Das heißt, meine Forschung ist Teil der Basis, auf der andere Forschung beruht. Im Fall der Schwamm-Bakterien Forschung ist es wichtig zu verstehen, wie evolutionär konservierte Funktionen des Immunsystems aussehen, vom Schwamm bis zum Wirbeltier.

Abbildung 35. Unterrichtsmaterial Seite 6/7

Umsetzung im Material: Sicherungstabelle als didaktisch-methodische Sicherung bezüglich der Gruppenpuzzle/Gallery Walk-Methode. Die Tabelle soll aus Sicht der Lehrkraft sicherstellen, dass die Schüler*innen auch inhaltlich bedeutende Aspekte aus den Texten für sich sichern oder ggf. in Gruppen bis hin zur gesamten Klasse besprechen.

Umsetzung im Material: Unterstützungsmaßnahme im Umgang mit vielen Fachwörtern und spezifischen Vokabular in den Unterrichtsmaterialien. Da die Materialien für eine Zielgruppe an Oberstufenschüler*innen aus Gemeinschaftsschulen und Gymnasien sehr allgemein ausgerichtet sind, intendiert z.B. das Glossar eine Differenzierungsmaßnahme.

Glossar:

Co-Evolution: Ein evolutionärer Prozess mit gegenseitiger Anpassung von zwei interagierenden Arten, der sich auch über eine längere Zeitperiode erstrecken kann. Co-Evolution bezieht sich vor allem auf zwei Arten, die einen verstärkten Druck von Selektion gegeneinander ausüben und mündet in einer Koadaptation. Hier kann zwischen mutualistischen (Entwicklung zum gegenseitigen Nutzen) und antagonistischen (gegenseitiger Selektionsdruck) Prozessen der Co-Evolution unterschieden werden.

Endosymbiontentheorie: Diese Theorie besagt, dass sich im Laufe der Evolution Eukaryoten (Tierzellen) durch die Symbiose mit Prokaryoten (Pflanzenzellen) entwickelt haben. Dieser Schritt ermöglichte die Entwicklung von höheren Lebewesen wie Vögel oder Säugetiere. Charakteristisch für diese Art der Theorie sind die von einer Membran umschlossenen Zellorganellen.

In-situ-Hybridisierung: Bei dieser Methode werden Bakterien mit einem Fluoreszenz-Farbstoff, der an DNA oder RNA bindet, gefärbt. So können sie spezifisch und unabhängig davon, ob man sie im Labor kultivieren kann, direkt in einer Gewebeprobe sichtbar gemacht werden.

Intrazellulär: Innerhalb der Zelle

Bakterien (von altr. βακτήριον *baktērion* „Stäbchen“): Einzeller, die zu den einfachsten Lebewesen aus der Erde zählen. Sie zählen neben Pilzen, Algen und Protozoen zu den Mikroorganismen.

Mutualist/Mutualismus (von lat. *mutuus*=gegenseitig): Form der Wechselbeziehung zwischen zwei verschiedenen Arten, bei der beide Seiten durch Produkte, Strukturen oder dem Verhalten des Anderen einen Vorteil ziehen können. Dies kann sich positiv auf das Wachstum, das Überleben oder die Reproduktion auswirken. Bei einigen Literaturangaben wird der Begriff Mutualismus auch als Synonym der Symbiose eingesetzt. Ein Beispiel für diese Art der Beeinflussung ist die Bestäubung von Pflanzen durch nektarsammelnde Insekten (Zoogamie).

Parasit/Parasitismus (von altr. παρά „neben“, ἐσθίων „essen“): Der Erwerb von Ressourcen wie Nahrung durch einen anderen und häufig größeren Organismus einer anderen Art. Der Wirt wird dabei in seinem Wohlbefinden und seiner Gesundheit geschädigt, bleibt aber am Leben.

Pathogene (von patho-, griech. *gennan*=erzeugen): Pathogene sind Schädlinge, die ihrem Wirt (z.B. Tiere, Pflanzen) Schaden zufügen können wie z.B. Viren.

Phagozytierende Schwammzellen: Spezialisierte Schwammzellen, die extrazelluläre Partikel wie Bakterien aufnehmen und verdauen.


Symbiose (bakterielle Symbionten): Das Zusammenleben zwischen zwei Organismenarten, die auch einen Nutzen für beide Seiten haben kann.

Sessil: Am Meeresboden festsitzend

16S-rRNA-Genanalyse: Methode zur Bestimmung der Verwandtschaftsverhältnisse von Mikroorganismen. Die 16S-rRNA-Sequenz ist dabei ein Verwandtschaftsmarker, das ein allgegenwärtiges Gen im bakteriellen Genom (Gesamtheit der Gene) ist.


Ausgewählte Literatur:

- Schmittmann L., Jahn M., Pita L., Hentschel U. (2020) Decoding cellular dialogues between sponges, bacteria and phages. In: Cellular Dialogues in the Holobiont (Bosch & Hadfield, eds.)
- Pita L., Fraune S., Hentschel U. (2016) Emerging sponge models of animal-microbe symbioses. *Front. Microbiol.* doi: 10.3389/fmicb.2016.02.102
- T. C. G. Bosch, *Der Mensch als Holobiont – Mikroben als Schlüssel zu einem neuen Verständnis von Leben und Gesundheit.* Verlag Ludwig, Kiel, 2017.



Eva, 12. Klasse

Kann man Schwämme essen?



Symbiose-Forscherin Lara

Wir können Schwämme nicht essen und generell gibt es extrem wenige „Spongivoren“ (Schwammfresser), z.B. die echte Kantschwämme oder einige Narktisamuschnecken. Das liegt zum einen am recht harten und je nach Schwamm-Art sehr stabilen Skelett. Und zum anderen produzieren Schwämme und ihre Bakterien viele verschiedene und zum Teil toxische Abwehrstoffe. Das macht Schwämme übrigens auch zu einer interessanten Quelle für neue Antibiotika.

Abbildung 36. Unterrichtsmaterial Fachinhalt Seite 7/7

Überführen der Designrichtlinien in Gestaltungshinweise and die Vortragenden zum Darwintag 2022

Umsetzung im Material: Das nach den Wissenschaftler*innen historisch negativ gewachsene Image von Bakterien bzw. Mikroorganismen (siehe Abbildung 11) zeigt sich ebenfalls in den Forschungsdaten zur 2. Studie (siehe Kapitel 4.2.2). Ein Weg zu vielfältigeren Vorstellungen gegenüber Mikroorganismen könnten hier Beispiele mit positiven Aspekten von Mikroorganismen oder der Neutralität von Bakterien sein.

Basierend auf der Begleitforschung zum Darwintag haben wir Ihnen einige didaktische Anregungen hierzu zusammengestellt. Vielleicht können wir Sie so ein wenig bei ihrer Vorbereitung unterstützen oder auch einige neue Impulse für den Vortrag mit auf dem Weg geben:

I. Wie über Metaorganismus-Forschung sprechen?

- 1) Verbreitete Vorstellungen wie das schlechte Image von Bakterien aufgreifen und durch Ihre Forschung ein positives Image von Bakterien aufbauen**

Bei unseren Untersuchungen kam heraus, dass Lehrkräfte als Vermittler*innen biologischer Inhalte häufig das schlechte Image von Bakterien als Krankheitserreger und „Störender Faktor in gesunden Systemen“ an ihre Schüler*innen im Unterricht weitergeben. Mit Hilfe Ihrer Forschung können Sie einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass Schüler*innen immer mehr ein positives Image zu Bakterien entwickeln. Hierzu können Faktoren wie die Einbeziehung der Umwelt als einflussnehmender Faktor oder das Einbringen der Neutralität von Bakterien weiterhelfen.

- 2) Die eigenständige Rolle von Mikroorganismen in einem Metaorganismus verdeutlichen**

Einige Schüler*innen unserer Befragungen empfanden es als sehr herausfordernd, die Rolle von Mikroorganismen in einem Metaorganismus klar zu benennen. Durch Ihre Forschungsergebnisse könnten Sie Mikroorganismen als eigenständige Organismengruppe verdeutlichen und exemplarisch zeigen, welche Aufgaben diese in einem Metaorganismus übernehmen.

- 3) Erläutern Sie, in welcher partnerschaftlichen Beziehung Mikroorganismen und der Wirt zueinander stehen**

Unsere Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass die Zielgruppe häufiger Vorstellungen von einseitigen Abhängigkeitsverhältnissen zwischen Mikroorganismen und dem Wirt haben. Ihre Forschungsergebnisse könnten helfen, ein klareres Bild dieser Beziehung zu entwickeln, indem Sie zum Beispiel bereits bekannte Konzepte aus der Schule wie das der Symbiose genauer durch Ihre Forschung ausführen und auf beide Perspektiven dieses Zusammenlebens eingehen.

II. Wie gebe ich vielfältige Einblicke in Forschung?

- 4) Vielfältige Einblicke in Ihre Forschungsprozesse geben**

Einer der wichtigsten Faktoren für den Besuch des Darwintages sind Einblicke in die vielfältigen Forschungsprozesse von Forschenden. Was für sie möglicherweise alltäglich und selbstverständlich ist, kann für Schüler*innen besonders interessant sein wie die Verdeutlichung ihrer interdisziplinären Arbeitsweise. Geben Sie gerne Einblicke in diese Art des Zusammenarbeitens und zeigen Sie den Mehrwert oder die Herausforderungen anhand Ihrer Forschung sind für Schüler*innen interessant, wie die von Grundlagenforschung oder der gesellschaftliche z.B. Videos aus dem Forscheralltag und Arbeitsforschungsstrukturen.

- 5) Persönliche Verbindung zur Forschung sichtbar machen**

Ein persönlicher Zugang zu Forschung kann Schüler*innen identifizieren. Gibt es Stellen, an denen Sie Ihren Berufsalltag geben können?

- 6) Authentische Einblicke in vielseitige Erkenntniswege mit Höhen und Tiefen**

Unsere Forschungsergebnisse zeigen, dass Forschende häufiger als allwissend wahrgenommen werden, da Schüler*innen in der Schule vermehrt nur das „gesicherte Wissen“ abstrakter Genies aus der Forschung kennenlernen. Um diese Vorstellungen vielmehr der Lebensrealität von Forschenden anzugleichen, könnten Sie deutlich machen, dass Sie zwar ein Experte auf Ihrem Forschungsgebiet sind, aber nicht immer

Umsetzung im Material:

Hinweis, die eigenständige Rolle von Mikroorganismen stärker zu betonen etwa durch Perspektivwechsel, die stärkere Visualisierung von Mikroorganismen oder ihren positiven Wert in einer Gemeinschaft.

Umsetzung im Material: Hinweis zur Beziehung zw. Mikroorganismen und Wirt geben aufgrund der Vorstellungen von einseitig geprägten Abhängigkeitsverhältnissen, in denen noch wenig die symbiontische Beziehung bzw. fast gar nicht über kein Abhängigkeitsverhältnis diskutiert wurde.

Abbildung 37. Gestaltungshinweise an die Vortragenden des Darwintages 2022

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial über Forschungsprozesse

Im Folgenden wird die Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial kurz vorgestellt. Für ausführliche Informationen dazu siehe Link im Anhang A.

Spezifische Designrichtlinie: Hinweise an die Lehrkräfte zum Unterrichten der Materialien reichen, in denen explizit Tipps zu "Betrachtungsweisen auf Mikroorganismen", "Schülerinteressen" und "Input aus der Forschung" gegeben werden.

Umsetzung im Material: Die entwickelte Lehrerhandreichung hat das Ziel Lehrer*innen eine zugängliche und ansprechende Einführung in das Material zu geben und sicherzustellen, dass die Forschungserkenntnisse auch durch den Unterricht umgesetzt werden können.

Liebe Lehrkräfte,

die folgende Handreichung möchte Ihnen wertvolle Hinweise beim Durchführen der Unterrichtseinheit „Mikroorganismen-Forschung mit dem Schwamm“ mit auf den Weg geben.

Ziele der Unterrichtseinheit:

- Neue Einblicke in das Forschungsfeld der Mikroorganismen-Forschung ermöglichen, die Sie sonst nicht so bekommen könnten.
- Anregungen geben, wie sie neue Inhalte moderner Forschung leicht in Ihren Unterrichtsalltag integrieren können.
- Einen für Schule eher unbekanntem Modellorganismus kennenlernen und dessen allgemeingültige Prinzipien in der Interaktion von Mikroorganismen und ihren Wirten besser verstehen.

→ **Übergeordnetes Ziel:** Ein fundiertes Verständnis über das Mikroorganismen-Prinzip erlangen, indem vielfältige Perspektiven auf die Beziehungsebene zwischen Mikroorganismen und Wirt in Form einer Symbiose gegeben werden.

Ideen zur Einsatzmöglichkeiten der Unterrichtseinheit:

1. Die gesamte Einheit des Unterrichtsmaterials kann regulär z.B. im Rahmen des Themas Evolution und Symbiose eingesetzt werden.
2. Die Einheit kann auf einem digitalen Endgerät von Schüler*innen selber bearbeitet werden (siehe Website des Kiel Evolution Center: <https://www.kec.uni-kiel.de/outreach/DarwinTag.php>).
3. Sie können einzelne Bausteine dieser Einheit verwenden und z.B. auf die Lerngruppe konkret anpassen als Exkurs in die aktuelle Mikroorganismen-Forschung.

Bei weiteren Fragen melden Sie sich gern unter folgender E-Mail Adresse: clausssen@leibniz-ijn.de

Beispiel zum besseren Verständnis der Lehrerhandreichung

Farbcodierung der Hinweise

- Betrachtungsweise von Mikroorganismen
- Schülerinteressen / Differenzierungsmöglichkeiten
- Input aus der Forschung

Seite 1: Kurze Einführung in die Ziele der Unterrichtseinheit, die Einsatzmöglichkeiten der Unterrichtseinheit (linke Seite). Zudem eine kurze Einführung wie man die Lehrerhandreichung bedürfnisgerecht liest und schnell einen Überblick bekommt (rechte Seite).

Abbildung 38. Lehrerhandreichung Seite 1/6

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Mikroorganismen-Forschung mit dem Schwamm“

Hintergrundinformation zum Unterrichtsmaterial

Das vorliegende Unterrichtsmaterial unterliegt einer evidenzbasierten Überarbeitung. Hierzu wurden zuerst die Mikroorganismen-Forschungen nach ihren zu vermittelnden Inhalten geprüft, anschließend wurden daraus Originalzitate genommen und diese Lehrkräften und Schüler*innen und Schülern vorgelegt, die dazu Stellung nahmen. Das Ziel der Untersuchungen war es so herauszufinden, an welchen Stellen SuS und Lehrkräfte Schwierigkeiten bei den Themen nannten oder Unstimmigkeiten z.B. zwischen Schülerinteressen und schulischen Rahmenbedingungen, für die es eine Lösung oder ein Umdenken im Unterrichtsmaterial brauchte. Einige dieser Erkenntnisse können Sie in der nachfolgenden Tabelle nachlesen:

Hinweise	Betrachtungsweise von Mikroorganismen	Schülerinteressen / Differenzierungsmöglichkeiten	Input aus der Forschung
Herausforderung	In unserer Forschung kam heraus, dass SuS und vor allem auch Lehrkräfte eine negative und einseitige Vorstellung von Mikroorganismen aufwiesen und erhielten diese auch immer wieder bewusst oder unbewusst im Unterricht verbroten .	Die Studienergebnisse zeigten, dass die Zielgruppe am Dienstag auf der einen Seite aus interessierten und mit fundierten Vorkenntnissen kommend SuS vor allem aus dem naturwissenschaftlichen Profil kommen und auf der anderen Seite aus uninteressierten SuS mit vor allem mit anderen Zielen wie Spaß haben oder die Universalität kennenlernen bestehen, die jeweils verschiedene Anforderungen an das Material stellen.	Die Wirt-Mikroorganismen-Beziehung wurde nach unseren Studien von SuS und z.T. auch Lehrkräften unzureichend verstanden, indem diese häufig in einem einseitigen Abhängigkeitsverhältnis ausgehend vom Wirt oder den Mikroorganismen stehen.
Lösungsansatz	In den überarbeiteten Texten werden diese negativen und einseitigen Vorstellungen von Mikroorganismen aufgegriffen und durch verschiedene, neue Perspektivwechsel (z.B. neutrale oder positive Wirkung, Nutzen in der Medizin, Bakterien als eigene Organismen wahrnehmen) ergänzt (siehe gelbe Hinweise).	Einfügen verschiedener Differenzierungsmöglichkeiten , um interessierte SuS inhaltlich stärker zu fördern (z.B. Transferaufgaben, Glossar, Fachtexte) und eher uninteressierte SuS vielmehr effektive Lernhilfen zu bieten (z.B. Exkurs zur Geschichte der Symbiose, Schülerfragen, z.T. Transferaufgaben).	Nicht nur die Interaktion ausgehend Wirt und Mikroorganismen betrachten und Schwämme stark vom Wirt abhängig machen, sondern beide Schwämme berücksichtigen und mit Hilfe weiterer Konzepte (z.B. Homöostase, Definition von Symbiose) oder Schwämmen (Bakterien-Bakterien-Interaktionen) erklären.
Designintention	Eine differenziertere Betrachtung von Mikroorganismen und ihren Wirten ermöglichen, die das Sigma „gute vs. böse Bakterien“ aufbrechen.	SuS durch das Material möglichst differenziert fördern und fordern , sodass alle einen Mehrwert aus der Unterrichtsarbeit ziehen.	Anhand der Vermittlung des Mikroorganismen-Prinzips verdeutlichen, in welcher „partnerschaftlichen“ Beziehung Mikroorganismen und der Wirt zueinander stehen .

Seite 2: Hintergrundinformationen sowie Einblicke in die zu Grunde liegenden Forschungserkenntnissen der Materialien aufgeteilt in drei Arten von Hinweisen.

Abbildung 39. Lehrerhandreichung Seite 2/6

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Mikroorganismen-Forschung mit dem Schwamm“

Einleitungsseite (S.1)

Die richtige Begrifflichkeit wählen!
Im Unterricht nicht nur von Bakterien sprechen, sondern fachlich korrekt diese als **Mikroorganismen** oder **Mikoben** bezeichnen, zu denen Bakterien, aber auch Pilze und Einzeller gehören!

Negatives Image umformen!
Durch Betonen der harmlosen (neutrale Mikroorganismen) und vieler **überlebenswichtigen Funktionen** (symbiotische Mikroorganismen) für den Wirt!

Mikroorganismen nicht nur als Feind des Immunsystems sehen!
Lehrkräfte haben nach unseren Studien beim Thema Immunsystem vor allem die **negativen Aspekte** von Mikroorganismen hervor und wenig bis gar nicht auf die **positiven Aspekte**, obwohl diese laut aktueller Forschung den weitaus größeren Effekt der Immunabwehr darstellen.

Positive Wirkung der Mikroorganismen beim Thema Verdauung stärken!
Diese wird nach unseren Studien **stark wahrgenommen**, jedoch momentan noch wenig von Lehrkräften im Unterricht explizit integriert.

Uralte Freundschaft = Positives Framing wählen!

Einführen eines Glossars
Integrieren von Fachbegriffen zur naturwissenschaftlichen Sprachbildung (S.6).

Fokus auf das Positive!
Bei den Funktionen der Mikroorganismen für den Wirt werden zwei positive Auswirkungen und eine negative dargestellt. **Wünschenswerte Erkenntnis: Die positiven Auswirkungen überwiegen hier!**

Achtung - Kontrolle!
Darauf achten, dass das jeweilige Poster auch Antworten auf die drei Fragen enthält oder sonst weitere Vorgaben zur Erstellung des Posters vorgeben!

Seite 3: Vorhandensein von zwei Arten von Tipps durch 1. "neue" Betrachtungsweisen auf Mikroorganismen (weg von negativen und einseitigen Betrachtungen, hin zu positiven und neutralen Betrachtungsweisen); 2. Schülerinteressen zur Differenzierung durch unterschiedliche Methoden, Hilfen oder Vertiefungen.

Abbildung 40. Lehrerhandreichung Seite 3/6

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Metaorganismus-Forschung mit dem Schwamm“

Gruppe 1 (S.2) & Gruppe 2 (S.3)

Discrepanz in der Definition von „Symbiose“!
Während dies in der Forschung vielmehr das Zusammenleben verschiedener Arten meint, beruht das schulische Verständnis auf „Für beide von Vorteil“. Beides ist korrekt, jedoch nicht die vollständige Begriffsdefinition nach Meinung aktueller

Umgang mit aktuellem Wissensstand und Forschungsfragen!
Das Unterrichtsmaterial möchte Anknüpfungspunkte in die sich stetig verändernde und wandelnde Wissenschaft mit Verankerung in Kiel geben, die SuS nicht überfordern und gleichzeitig den Lehrkräften Sicherheit im Unterrichten dieser Inhalte geben.

Blick auf Bakterien-Bakterien-Interaktionen lenken!
In der Metaorganismus-Forschung findet ein allmähliches Umdenken statt, indem diese nicht mehr nur ausgetrennt vom Wirt getrennt wird, sondern vielmehr Bakterien-Bakterien-Interaktionen im Fokus stehen. Dies könnte man ebenfalls auf ihren Unterricht übertragen. Wie wäre es mal mit einer Unterrichtseinheit ausgehend von der Welt der Bakterien (siehe S.5)?

Homöostase in die Symbiose einbringen!
Wichtige Komponente einer Symbiose, die Sie im Unterricht noch mehr in diesem Zusammenhang betonen könnten, weil es aus Forschungssicht wichtig für ein über-greifendes Verständnis von der Welt der Mikroorganismen-Beziehung ist.

Exkurs in die Geschichte der Metaorganismus-Forschung
Als historischer Zugang aufgrund des großen Schülerinteresses mehr über Entwicklungen biologischer Forschung wie der Symbiose zu erfahren.

Achtung - Transferaufgabe mit SuS 1182 für eher leistungsstärkere SuS!
Die Internetseite über die Metaorganismus-Forschung in Kiel ist auf Englisch und zudem sind die Ziele oft nicht so offensichtlich zu finden. Die SuS könnten daher z.B. die Übersetzungswebseite <https://www.direkt.com/translator> zur Hilfe nehmen.

Hintergrund zu Schülerfragen!
Die Schülerfragen an Lara wurden entweder direkt am Donnerstag 2021/2022 von SuS gestellt oder Elemente daraus als Frage neu formuliert und von Lara beantwortet. Die Fragen repräsentieren die Schülerinteressen und mögliche Verständnisschwierigkeiten zum Thema.

Achtung - Auf differenzierten Umgang mit Transferaufgaben achten!
Jede Gruppe verfügt über eine Transferaufgabe. Diese variiert jedoch in dem Anforderungsgrad, sodass von ihnen geschaut werden muss, wie diese Aufgabe zusätzlich bearbeitet (z.B. alle zusammen, explizit leistungsstarke SuS zur inhaltlichen Vertiefung oder leistungsschwache SuS zum besseren Verständnis des Themas?)

Seite 4: Fortführung der Tipps durch Differenzierungsmöglichkeiten und 3. Input aus der Forschung durch fachliche Hinweise von aktiv Forschenden der Symbiose-Forschung.

Abbildung 41. Lehrerhandreichung Seite 4/6

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Metaorganismus-Forschung mit dem Schwamm“

Gruppe 3 (S. 4) & Zusatzaufgabe (S. 5)

Über Vermehrung von Bakterien sprechen!
Wurde von SuS als besonders interessant empfunden, dass zu wenig im Unterricht besprochen wird.

Über Überprüfung der Bakterien sprechen!
Bakterien als am besten angepasste und älteste Organismen auf der Erde betonen!

Über Kommunikation von Bakterien sprechen!
Quorum Sensing und Quorum Quencing sind aktuelle Forschungsthemen über die SuS häufig gar nicht wissen, aber starkes Interesse daran gezeigt haben.

Verbindung zur Medizin!
Die Medikamentenforschung an Schwämmen am GEOMAR wurde zum Donnerstag 2019 als das interessanteste Thema von SuS rund um die Metaorganismus-Forschung wahrgenommen. Hier finden sie weiterführende Informationen, um dieses im Unterricht ggf. zu vertiefen.
<https://www.geomar.de/news/article/schwamm-mikroben-beruhen-eine-angenehme-mikroben-vielzahl/>
<https://www.labo.de/news/forschung-am-geomar-schwamm-mikroben-symbiose-als-siecksbeziehung.htm>

Verbindung außerhalb der Naturwissenschaften!
Weitere Facette vom Schwamm in einem anderen Kerngebiet außerhalb der Naturwissenschaften hervorheben, indem den SuS die Relevanz für die Schwammforschung aus mehreren Perspektiven erkennbar wird.
->Relevanz des Themas für die SuS verdeutlichen, indem vielfältige Bezüge zu ihrer Lebenswelt geschaffen werden.

Achtung - Transferaufgabe!
Die Aufgabe soll verdeutlichen, wie viele Bezugspunkte wir zu Schwämmen haben, die uns erst häufig nach intensiven Nachhaken entfallen wie etwa als Tafelschwamm, als Badzubehör, als Dekoration oder als Souvenir vom Strand...

Achtung Transferaufgabe - symbiontisches Zusammenleben erklären!
Die Aufgabe könnte für SuS als schwer empfunden werden, sodass alternativ auch nur das Konzept Symbiose in Abgrenzung zu Parasitismus und Mutualismus erklärt werden kann.

Seite 5: Hinweise zu Betrachtungsweisen von Mikroorganismen und zur weiteren Differenzierung des Unterrichtsmaterials.

Abbildung 42. Lehrerhandreichung Seite 5/6

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Metaorganismus-Forschung mit dem Schwamm“

Sicherungstabelle (S. 6) & Anhang (S. 7)

Hinweis zum Glossar:
Das Glossar beinhaltet die vermeintlich schwer zu verstehenden Fachbegriffe, kann aber auch gerne von SuS eigenständig z.B. auf der Rückseite mit weiteren Begriffen fortgeführt werden.

Achtung - Sicherungstabelle!
Die Sicherungstabelle wurde eingeführt um sicherzustellen, dass die SuS wichtige Inhalte aus der Poster-Präsentation mitgenommen haben und dass darüber hinaus ein übergreifendes Fazit formuliert wurde!
Achten Sie auch besonders darauf, dass die Zusammenhänge zwischen den Themen auch übergreifend verstanden wurden etwa durch Rückfragen oder Hilfestellungen.

Seite 6: Differenzierungsmöglichkeiten durch ein Glossar und methodische Sicherung durch eine Tabelle.

Abbildung 43. Lehrerhandreichung Seite 6/6

4.7 ERGEBNISSE zu *Nature of Science*-Aspekten

Nachfolgend werden die Ergebnisse beider befragten Gruppen zu *Nature of Science*-Aspekten immer in einem gemeinsamen Kategoriensystem dargestellt, dann die Häufigkeit der Aussagen von Schüler*innen und Lehrer*innen und anschließend folgt die detailliertere Darstellung der Ergebnisse getrennt nach den Aussagen der Schüler*innen und danach der Lehrer*innen (Kapitel 4.7). Zum Abschluss werden die wichtigsten Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Kategoriensysteme in Form von „Deutungsräumen“ zusammengefasst und in Ansätzen diskutiert (Kapitel 4.8, 4.9). Als Synthese der Ergebnisse und ihrer Auswertung werden diese in zusammenführende Designrichtlinien mit dem Schwerpunkt zu *Nature of Science*-Aspekte dargestellt (Kapitel 4.10). Diese Designrichtlinien sind dann konkret in begleitendes Unterrichtsmaterial und Gestaltungshinweise zum Darwintag (Kapitel 4.11) umgesetzt worden.

4.7.1 Aspekt - Interdisziplinarität von Forschung

Innerhalb der Präsentation für die teilnehmenden Lehrer*innen und Schüler*innen wurden drei Zitate als Impulse an die Gruppe der Lehrer*innen und Schüler*innen gegeben, zu denen explizit nach Stellungnahme zu jedem der Zitate gebeten wurde. Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse nach den drei Impulszitaten aus den Workshop mit Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung zu *Nature of Science*-Aspekten der Reihe nach vorgestellt. Dieses fängt mit der Interdisziplinarität von Forschung an. Das erste Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen lautete daher:

„Wir arbeiten vor allem viel interdisziplinär und international. Dabei führen wir die fachlichen Perspektiven zusammen, um über die großen Zusammenhänge nachzudenken. (...) Oft kommen uns dabei kreative Ideen, wie wir das Problem lösen können.“

Zum Ausgangszitat wurde die folgende Forschungsfrage gestellt:

Welche Kategorien lassen aus in Fokusgruppeninterviews der Schüler*innen und Lehrer*innen generieren, die sich mit den wissenschaftlichen Arbeitsweisen wie der Interdisziplinarität von Forschung³⁰ beschäftigen?

Zum Beantworten der Leitfrage wurde ein gemeinsames Kategoriensystem mit den Erkenntnissen aus den Fokusgruppeninterviews der teilnehmenden Schüler*innen und Lehrer*innen induktiv erstellt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Kategorisierung basierend auf der übergeordneten Kategorie, der daraus extrahierten Haupt- und Unterkategorie sowie schließlich das Herausbilden von Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten (siehe Tabelle 29). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in dieser Tabelle nur die letzten vier Schritte der zusammenfassenden Inhaltsanalyse nach Maring (2015) abgebildet, die ausführliche Tabelle mit den weiteren Analyseschritten der *Generalisierung*, *Paraphrase* und den *Originalzitaten* der Schüler*innen und Lehrer*innen sind im Anhang E zu finden. Das gleiche Vorgehen gilt ebenfalls für die anderen beiden nachfolgenden Aspekte („Forschungsprozesse in der Wissenschaft“ und „Offenheit von Wissenschaft“).

³⁰ Als Interdisziplinarität im Sinne der Metaorganismus-Forschung wird in dieser Arbeit die Zusammenarbeit von Ansätzen, Methoden oder Denkweisen verschiedener wissenschaftlicher Fachrichtungen verstanden, die über die eigene Disziplin hinausgehen, wie z.B. die Zusammenarbeit von Biologen*innen unterschiedlichster Bereiche mit Informatikern, Naturwissenschaftsdidaktiker*innen, Physiker*innen oder Sozialwissenschaftler*innen. Gemeinsam wird so an übergeordneten Fragestellungen zur Interaktion von Wirten und Mikroorganismen gearbeitet.

Tabelle 29. Kategoriesystem der Schüler*innen- und Lehrer*innenantworten zum Oberthema "Interdisziplinarität" in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Antwortkategorien der Schüler- und Lehrerantworten
Interdisziplinarität	Schulische Wahrnehmung von interdisziplinärer Forschung	Chancen bei der Vermittlung der interdisziplinären Arbeitsweise	Verbesserte Nachvollziehbarkeit von Forschung durch Darstellung interdisziplinären Arbeitens
			Interesse an mehr Einblicken in interdisziplinäres Arbeiten
			Interdisziplinäre Zugänge zu Experimenten benötigen Geduld und Ausdauer und können Umgang mit "Niederlagen" schulen
			Besonderes Potenzial im Fach Biologie - Gedanke von "Alle Bereiche hängen zusammen"
		Wahrnehmung von Wissenschaftler*innen und ihre Arbeitsformen	Wahrnehmung einer nicht zeitgemäßen Darstellung von wissenschaftlichen Arbeits- und Sozialformen in Schule
			Braucht stärkere Kommunikation über die Zusammenarbeit in Wissenschaft
	Allgemeine Vorstellungen über Wissenschaftler*innen und ihr Arbeitsalltag		
	Schulische Umsetzung durch fächerübergreifendes Arbeiten	Strukturelle Hindernisse bei der schulischen Umsetzung	Verbesserungswürdige Konzepte fächerübergreifenden Unterrichtens auf curricularer Ebene
			Ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte gegenüber fächerübergreifenden Arbeitens
			Ansätze zur gemeinsamen Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten in Schule
		Respekt vor der Aufgabe	Respekt vor Aufgabe interdisziplinären Unterrichtens durch fachliche Unsicherheiten und fehlende Ausbildung
			Befürchtung Interdisziplinarität sei schwer verständlich
		Methodische Empfehlungen	Einbindung historischer Entwicklungen zur besseren Vermittlung interdisziplinärer Forschung
			Integration von Gesprächsformaten mit Wissenschaftler*innen zum besseren Verständnis interdisziplinären Zusammenarbeitens
			Förderung der naturwissenschaftlichen Beobachtung als praktischer Ansatz der interdisziplinären Arbeitsweise

Die Ergebnisse zeigten, dass der Impuls über die Arbeitsweisen in der Forschung vor allem in Hinblick auf dem Aspekt der Interdisziplinarität diskutiert wurde (siehe Tabelle 29). Es lassen sich zur Interdisziplinarität zwei größere Kategorien zuordnen: Zum einen die schulische Wahrnehmung und zum anderen die schulische Umsetzung von Interdisziplinarität in der Wissenschaft. Zum ersten Bereich über die Wahrnehmung von interdisziplinärer Forschung in der Schule wurden Aspekte wie die Chancen erwähnt, wie die bessere Nachvollziehbarkeit heutiger Forschung oder das gesteigerte Interesse auf Seiten der Lernenden. Zum zweiten Bereich der schulischen Umsetzung wurden vor allem strukturelle Probleme, Respekt vor der Aufgabe oder methodische Hinweise genannt.

Um ein besseres Verständnis dafür zu erhalten, von welcher Perspektive welche Diskussionsbeiträge gegeben wurden, wurden nachfolgend die Aussagen des gemeinsam erstellen Kategoriesystems um zwei Spalten ergänzt. In der vorletzten Spalte wurden alle Aussagen der Lehrkräfte und Schüler*innen

zusammengezählt und prozentual nach Anzahl der Lehrkräfte und Schüler*innen angegeben sowie zusätzlich der Hinweis gegeben, welche interviewte Gruppe bei dieser Unterkategorie mehr Aussagen getätigt hat. Diese quantitative Auswertungsmethode kann einen Forschungsbeitrag dazu leisten, besser zu verstehen welche Bedürfnisse, Interessen und Erwartungen die jeweiligen Bezugsgruppen exemplarisch einbringen und wie darauf reagiert werden kann. In der letzten Spalte ist die Kennzeichnung nach Schüler*innenaussage (SA), Lehrer*innenaussage (LA) oder dem Vereinen von beiden Gruppen in einer Zeile vermerkt (siehe nachfolgende Tabelle 30).

Tabelle 30. Gemeinsames Kategoriesystem der Lehrer- und Schüleraussagen mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorien	Antwortkategorien der Schüler- und Lehrerantworten	Prozentuale Antwortverteilung der SA & LA	Anteil SA, LA, beide
Interdisziplinarität	Schulische Wahrnehmung von interdisziplinärer Forschung	Chancen bei der Vermittlung der interdisziplinären Arbeitsweise	Verbesserte Nachvollziehbarkeit von Forschung durch Darstellung interdisziplinären Arbeitens	Überwiegend SA (6/9, 67%) als LA (3/9, 33%) ³¹	2 SA
			Interesse an mehr Einblicken in interdisziplinäres Arbeiten		2 SA
			Interdisziplinäre Zugänge zu Experimenten benötigen Geduld und Ausdauer und können Umgang mit "Niederlagen" schulen		1 LA
			Besonderes Potenzial im Fach Biologie - Gedanke von "Alle Bereiche hängen zusammen"		2 SA & 2 LA
		Wahrnehmung von Wissenschaftler*innen und ihre Arbeitsformen	Wahrnehmung einer nicht zeitgemäßen Darstellung von wissenschaftlichen Arbeits- und Sozialformen in Schule	Überwiegend SA (5/6, 84%) als LA (1/6, 16%)	1 LA
			Braucht stärkere Kommunikation über die Zusammenarbeit in Wissenschaft		3 SA
	Allgemeine Vorstellungen über Wissenschaftler*innen und ihr Arbeitsalltag		2 SA		
	Schulische Umsetzung durch fächerübergreifendes Arbeiten	Strukturelle Hindernisse bei der schulischen Umsetzung	Verbesserungswürdige Konzepte fächerübergreifenden Unterrichtens auf curricularer Ebene	Überwiegend LA (4/5, 86%) als SA (1/5, 14%)	1 LA
			Ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte gegenüber fächerübergreifenden Arbeitens		2 LA
			Ansätze zur gemeinsamen Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten in Schule		2 LA & 1 SA
		Respekt vor der Aufgabe	Respekt vor Aufgabe interdisziplinären Unterrichtens durch fachliche Unsicherheiten und fehlende Ausbildung	Nur LA (2/2, 100%)	1 LA
			Befürchtung Interdisziplinarität sei schwer verständlich		1 LA
		Methodische Empfehlungen	Einbindung historischer Entwicklungen zur besseren Vermittlung interdisziplinärer Forschung	Mehr LA (4/7, 57%) als SA (3/7, 43%)	1 SA & 1 LA
			Integration von Gesprächsformaten mit Wissenschaftler*innen zum besseren Verständnis interdisziplinären Zusammenarbeitens		2 SA
			Förderung der naturwissenschaftlichen Beobachtung als praktischer Ansatz der interdisziplinären Arbeitsweise		3 LA

Die Ergebnisse zeigten an, dass sich beim Aspekt der Interdisziplinarität von Forschung Schüler*innen und Lehrer*innen mehrheitlich auf andere Aspekte bei der getrennten Diskussion voneinander fokussierten. Schüler*innen führten z.B. Wünsche zu interdisziplinären Aspekten aus der Forschung für den Unterricht an (in mehr als 75% der Beiträge), Lehrer*innen argumentierten vielmehr mit Aspekte der

³¹ Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Antwortkategorien mit ausschließlich Schülerantworten (SA) in hellorange unterlegt, die Antwortkategorien mit ausschließlich Lehrerantworten (LA) in weiß und Antwortkategorien mit SA und LA in hellblau unterlegt.

schulischen Umsetzung von fächerübergreifenden Arbeitsweisen (in mehr als 86% der Fälle, außer bei den methodischen Empfehlungen mit 57% der Wortbeiträge).

Kategoriesystems zu Aussagen der Schüler*innen

Da sich die Aussagen der Schüler*innen und Lehrkräfte in Teilen nicht nur mit Blick auf Bewertungen (Bsp. Interesse an offenen Forschungsfragen vs. Bedenken gegenüber der Vermittlung von noch offenen Aussagen), sondern ebenso mit Blick auf Deutungsräume unterscheiden (inhaltliches Interesse vs. strukturelle Hindernisse), werden die Kategorien nachfolgend (Abbildung 31) für beide Zielgruppen nochmals differenziert betrachtet. Zusätzlich ermöglicht die getrennte Analyse der Antworten nach Gruppen detailliertere Antworten bezogen auf diese Perspektive zu erhalten, um mehr Einblicke in spezifische Interessen, Bedürfnisse und das Vorwissen zu erhalten.

Tabelle 31. Kategoriesystem mit Schüler*innenantworten zur Interdisziplinarität von Forschung

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung
Interdisziplinarität	Schulische Wahrnehmung von interdisziplinärer Forschung	Chancen bei der Vermittlung des interdisziplinären Ansatzes	Verbessert Nachvollziehbarkeit von Forschung	Interdisziplinäres Arbeiten wichtig, weil sich alles überschneidet und stört, wenn bestimmte Informationen fehlen.
				Bessere Nachvollziehbarkeit von Forschung durch mehr Informationen über interdisziplinäres Forschen.
			Interesse an mehr Einblicken in interdisziplinäres Arbeiten	Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil teils sehr emotional und nicht mehr sachlich. Spannender sind Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen) mit Sonderfällen oder Spezialthemen.
				Unbekanntes aus der Forschung spannend. Überlegung in Richtung Forschung zu gehen (Berufsperspektive). Spannend mit neuen Wissenschaften z.B. interdisziplinäres Arbeiten.
			Besonderes Potenzial im Fach Biologie (Gedanke von „Alle Bereiche hängen zusammen“)	Im Biologieunterricht häufiger darüber geredet, als im Physik- oder Chemieunterricht.
				Klar, dass interdisziplinäre Zusammenarbeit nicht nur aus Biologie, sondern auch Chemie und Physik besteht, wenn man sich Bakterien und den Lebensraum anschaut.
				Internationale Arbeitsweise gut, um Ideen zu teilen und gemeinsam bessere Lösungen zu finden.
			Allgemeine Vorstellungen über Wissenschaftler*innen	Gerade kein Beispiel zum interdisziplinären Forschensparat. Generell Beispiel zum internationalen und interdisziplinären Arbeiten auch beim Impfstoff oder kompletten Corona-Virus zu sehen.
				Klischeebild/Vorstellungen von Wissenschaftler*in: Einerseits als Person, die ständig unterwegs und praktisch am Forschen ist (Bsp. Chemiker, Paläontologe). Andererseits die Theorie, indem eine Person z.B. Mathematiker und Physiker ständig an der Tafel stehen und Gleichungen lösen. Privat wenig Kontakt zu Wissenschaftler*innen, kennt keinen persönlich.

				<p>Kennt ein paar Mitschüler*innen deren Eltern zum Beispiel Ärzte oder Wissenschaftler*innen sind. Nimmt Wissenschaftler*innen immer als ganz normale Menschen war, die gerne forschen. Dass sie Themen haben, mit denen sie sich gerne beschäftigen (hofft, dass das bei allen arbeitenden Menschen so ist). Persönliche Assoziation mit Wissenschaftlern sind Menschen, die gerne helfen wollen in einem Bereich und sich damit auch jahrzehntelang beschäftigt haben und dann auch Experten sind und kompetent sind. Aber das ist leider nicht immer der Fall.</p>
Schulische Umsetzung durch fächerübergreifendes Arbeiten		Strukturelle Hindernisse bei der schulischen Umsetzung		Interdisziplinäres Unterrichten übergreifender gedacht. Entweder ganz lassen, vielmehr auf individuellem Level unterrichten oder alte Struktur komplett auflösen und komplett neu denken im Sinne des lebenslangen, interdisziplinären Denkens.
		Methodische Empfehlungen	Einbindung historischer Beispiele	Mehr erfahren über Biologie, Chemie, Physik im Zusammenhang mit Geschichte wie z.B. Entstehungsgeschichte vergangener Seuchen und Pandemien. Vieles wiederholt sich in den Fächern und die Inhalte sollten besser ineinandergreifen.
			Gesprächsformate mit Wissenschaftler*innen	Interessant Weg des Wissenschaftlers zu hören: Selber mit Wissenschaftler schon geredet, dabei Einblicke z.B. in Finanzierung von Forschung bekommen. Wunsch nach mehr Aufklärung hinsichtlich Chancen, Wege und Aufgaben in der Forschung.

Diese differenziertere Analyse der Schüleraussagen zum Thema der Interdisziplinarität von Forschung zeigte, dass Schüler*innen für sich viele Chancen in der Vermittlung von interdisziplinärer Forschung im Unterricht sahen z.B. eine bessere Nachvollziehbarkeit oder ein Interesse daran. Sie deuteten an, dass dies im Rahmen der untersuchten Schüler*innengruppen momentan noch nicht zufriedenstellend für sie so umgesetzt wird. Ebenso wurde die Interdisziplinarität von Forschung als sinnvoller und teils notwendiger Schritt in der Forschung angesehen, wobei nicht definiert wurde, was sie genau unter Interdisziplinarität verstanden. Bei der schulischen Umsetzung zeigten Schüler*innen Ansätze mehr über die interdisziplinäre Forschung durch Gesprächsformate mit Forschenden zu erfahren, aber dies auch stärker im Unterricht selbst umzusetzen durch die Einbindung von historischen Beispielen oder auch erste Ideen zu strukturellen Änderungen hinsichtlich der momentanen Struktur von Unterricht.

Kategoriesystem zu Aussagen von Lehrer*innen

Wie bei den Schüler*innen wurde ebenfalls der gleiche Analyseschritt mit den Lehreraussagen in ein weiter differenziertes Kategoriesystem durchgeführt. Dieses wurde nachfolgend präsentiert (siehe Tabelle 32):

Tabelle 32. Kategoriesystem mit Lehrer*innenantworten zur Interdisziplinarität von Forschung.

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung
		Chancen bei der Vermitt-	Interdisziplinäre Zugänge zu Experimenten benötigen Geduld und Aus-	Wichtig sind auch die Experimente in der Schule, die vielleicht nicht auf Anhieb so funktionieren wie erwartet oder etwas Geduld erfordern (nicht wie das perfekte Experiment im

Interdisziplinarität	Schulische Wahrnehmung von interdisziplinärer Forschung	lung des interdisziplinären Ansatzes	dauer und können Umgang mit "Niederlagen" schulen	überdimensionalen Maßstab, ohne Erklärung, nur wow-Effekt, auf YouTube). Wer dies alles von Klein an erlebt und durchmacht, der kann auch später mit „Niederlagen“ besser umgehen. Ein wichtiges Thema, das ebenfalls interdisziplinär angegangen werden müsste.
			Besonderes Potenzial im Fach Biologie	Zustimmung zur internationalen und interdisziplinären Zusammenarbeit in der Forschung aus eigenen Erfahrungen.
		Interdisziplinäres Arbeiten sehr ausgeprägt in der Biologie z.B. neue Erkenntnisse durch Zusammenarbeit von Biologie in Kombination mit Computertechnik.		
		Häufig Bild der Wissenschaft wird immer noch verzerrt dargestellt, indem wissenschaftliches Arbeiten immer noch als Einzelarbeit (wie bei Mendel oder Darwin) oder höchstens als Doppel (wie bei Watson und Crick) dargestellt wird, obwohl es in der Realität nie eine Einzelarbeit ist, sondern ein Prozess und die Kommunikation vieler Leute. Dieses ist Schüler*innen wohl häufig nicht klar sowie Tatsache das Forsch*innen nicht nur im Labor stehen, sondern viel Denkarbeit und Arbeit am Computer dazu gehört.		
		Wahrnehmung von Wissenschaftler*innen und ihre Arbeitsformen	Wahrnehmung einer nicht zeitgemäßen Darstellung von wissenschaftlichen Arbeits- und Sozialformen	
	Schulische Umsetzung durch fächerübergreifendes Arbeiten	Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Gemeinsame Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten	Vorstellung WPK-Konzept: Themen die wenig im Unterricht behandelt werden unter Motto "Naturwissenschaften im Alltag". Konzept zusammen überlegt und zuerst Befürchtung gehabt, dass fachfremdere Inhalte wie Bezüge zur Chemie nicht gut vermittelt werden können. Deswegen Lösung der Aufgaben zusammen vorbereitet von "Nawi-Fachschaft" und Aufteilung der Stunden unter Lehrkräften je nach Schwerpunkt in Klasse.
			Ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte	Exot in der Schule mit interdisziplinären Unterrichts. Teilweise ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte dem interdisziplinären Unterrichten gegenüber.
			Verbesserungswürdige Konzepte auf curricularer Ebene	Keine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fächern wie Biologie und Chemie. Grund ist Verfolgung anderer Logik und bis jetzt nicht gelöst oder nicht lösbar.
				Betonung Wichtigkeit interdisziplinärer Zugänge im Unterricht, aber werden bis jetzt noch unzufrieden in der Gemeinschaftsschule umgesetzt.
			Befürchtung schwer verständlich	Gefahr beim Zeigen interdisziplinären Forschens schnell schwer verständlich für Schüler*innen. Aber auch Reiz das große Ganze von Forschung zu zeigen. Deswegen wichtig gutes, didaktisch aufbereitetes Unterrichtsmaterial zu haben, damit es wirklich nachvollziehbar wird.

			Respekt durch fachliche Unsicherheiten und fehlende Ausbildung	Wunsch nach mehr interdisziplinären Unterrichten, aber Respekt vor Aufgabe aufgrund schlechter Ausbildung in Chemie, daraus fachliche Unsicherheit. Wunsch für Zukunft: Nawi-Unterricht mit gut ausgebildeten und zusammenarbeitenden Lehrkräften. Lernen das alles miteinander zusammenhängt.
		Methodische Empfehlungen	Einbindung historischer Entwicklungen	Naturwissenschaftliches Arbeiten am besten an einem geschichtlichen Beispiel veranschaulicht z.B. Zeitstrahl mit Schülervorstellungen früherer Forschung vs. heutiger Forschung mit der Entstehung des Periodensystems, Briefwechsel zwischen Forscher*innen. Dabei auch auf das interdisziplinäre Arbeiten eingehen.
			Förderung der naturwissenschaftlichen Beobachtung	Beispiel der Tochter, die früher die Blasen des Spülwassers über eine Stunde lang beobachtet hat.

Die Ergebnisse der Lehrkräfteantworten zeigten, dass diese in ihrem unterrichteten Schulfach „Biologie“ ein besonders geeignetes Beispiel sahen die Interdisziplinarität von Forschung zu vermitteln. Hinzu kam, dass nach Meinung der interviewten Schüler*innen die Interdisziplinarität von Forschung noch nicht ausreichend an sie vermittelt wird, etwa durch die Fokussierung auf einen Wissenschaftler*in, anstatt sich die Arbeit im Team stärker anzuschauen. Intensiver, in Hinblick auf die Anzahl der Antworten, wurde dahingehend die schulische Umsetzung durch Ansätze von fächerübergreifenden Arbeitens diskutiert. Lehrer*innen sahen demnach Hürden in der Struktur von Schule oder bei sich selbst in der Vermittlungsrolle (siehe „Respekt vor der Aufgabe“ in Tabelle 32). Hinsichtlich der eigenen Rolle sahen viele Lehrkräfte mehr Bedarf darin mit anderen Lehrkräften zusammenzuarbeiten und übergreifende Konzepte etwa zum fächerübergreifenden Arbeiten zu entwickeln, aber auch viele fachliche Unsicherheiten oder eine fehlende Qualifikation im Studium dafür. Darüber hinaus wurden Beispiele für die methodische Umsetzung der Interdisziplinarität wie die naturwissenschaftliche Beobachtung oder das Einbinden von historischen Entwicklungen genannt.

4.7.2 Aspekt – Vielfältige wissenschaftliche Prozesse und ihre Darstellung

Innerhalb der Präsentation mit den drei Impulsen der Aussagen von Metaorganismus-Forschenden lautete das zweite Zitat:

„Empfehlung (Aussage): Erzählen Sie [über das Arbeiten eines Wissenschaftlers/in] als eine Art Reise mit großartigen Erfahrungen, mit Hindernissen und den Umgang damit, aber auch was am Ende dabei herauskommt.“

Zum Ausgangszitat wurde die folgende Forschungsfrage gestellt:

Welche Kategorien lassen sich aus den Fokusgruppeninterviews der Schüler*innen und Lehrer*innen generieren, die sich auf die Vielfalt wissenschaftlicher Prozesse und ihrer Darstellung beschäftigen?

Um diese Leitfrage zu beantworten wurde ein gemeinsames Categoriesystem aller Antworten aus den Fokusgruppeninterviews der teilnehmenden Schüler*innen und Lehrer*innen erstellt. Diese Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt (siehe Tabelle 33):

Tabelle 33. Kategoriensystem aus den Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema "Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse" in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten
	Herausforderungen im schulischen Umgang	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zu viel Inhalt in curricularen Standards
			Beachtung der Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel
			Mangel an aktuellen und gut aufbereiteten Unterrichtsmaterial
		Ansätze zum Verbessern des selbstständigen Forschens im Unterricht	Art der Hilfestellung von der Lehrkraft entscheidend
			Einführen einer neuen Fehlerkultur im Unterricht
			Verschiebung der Fokussierung einer Leistungsbewertung
			Verbesserung der Frustrationstoleranz beim praktischen Arbeiten
			Stärkere Verdeutlichung des Lebensweltbezuges
		Wunsch nach Fokussierung auf fachwissenschaftliche Inhalte	Personenzentrierte Einblicke zu emotional und nicht mehr sachlich
			Priorität der Vermittlung auf Fachinhalte und Konzepte
	Zugänge im schulischen Umgang	Findung eines Narratives	Verfolgung einer „Reise“ des Wissenschaftlers bei Erkenntnisweg für Sek 1, Stärkere Fokussierung auf Prozessdarstellung für Sek 2
			Erkenntnisweg vom Misserfolg zum Erfolg mitverfolgen
		Exemplarische Vorgehensweise	Beachtung der Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel
			Exemplarisches Vorgehen aus Zeitgründen
		Nutzung außerschulischer Angebote	Wichtige Erfahrung mit nachhaltiger Wirkung
			Kennenlernen und Ausprobieren von anderen Forschungsmethoden
		Thematisierung von Misserfolge in der Wissenschaft	Wunsch nach stärkerer Fokussierung im Unterricht
			Verdeutlichung von Misserfolgen in der Wissenschaft wichtig, aber nur exemplarisch zeigen
		Methodische Herangehensweisen	Durchführung von Experimente
			Einsetzen eines Lerntagebuches
Einbindung historischer Beispiele		Nachverfolgung des Weges der Erkenntnisgewinnung anhand berühmter Wissenschaftler*innen	
		Ableich von Schülervorstellungen früherer Forschung vs. heutiger Forschung	
			Organisation eines Gespräches mit Wissenschaftler*innen

Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse		Vermittlung durch echte Wissenschaftler*innen	Ansehen von authentischen und verständlichen Vorträgen von Wissenschaftler*innen
	Chancen im schulischen Umgang	Möglichkeiten zur Berufsorientierung	Generell vielfältige Forschungseinblicke für mögliche Berufe ermöglichen
		Motivationale Faktoren	Steigerung des Interesses durch realistische und ungefilterte Einblicke in Forschung
			Durch selbstständiges Forschen die Forscherlust entdecken
		Verbesserung des Wissenschaftsverständnisses	Fehler und Misserfolge als Teil vom wissenschaftlichen Arbeiten begreifen
			Verbesserung der Nachvollziehbarkeit von Forschung
		Längerfristige Erkenntnisse durch selbstständiges Forschen	Durch Fehler beim selbstständigen Forschen kreative Ideen entwickeln
			Lernen wirklich selbstständiger zu Forschen
			Durch selbstständiges Forschen das wissenschaftliche Denken verbessern

Zur Vielfalt wissenschaftlicher Prozesse und deren Darstellung wurden die gesamten Aussagen induktiv in drei Kategorien zugeordnet: Erstens, die Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse (wie die curricularen Standards, der Mangel an gutem Unterrichtsmaterial oder die verzerrte Darstellung wissenschaftlicher Arbeits- und Sozialformen), zweitens, die Zugänge zur stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht (wie historische Zugänge über den Weg der Erkenntnisgewinnung anhand berühmter Wissenschaftler*innen oder narrative Zugänge wie das Narrativ vom Misserfolg zum Erfolg) sowie drittens, die Chancen zur stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht (wie Berufsorientierung, Steigerung Interesse und Nachvollziehbarkeit).

Wie schon zum Aspekt der *Interdisziplinarität* folgt nun die prozentuale Verteilung von allen Aussagen der Lehrkräfte und Schüler*innen zum Aspekt der „Vielfältigen Forschungsprozesse in der Wissenschaft“ sowie die Kennzeichnung, von welcher interviewten Gruppe (SA, LA, beide) welche Aussagen zur Bildung der Kategorie „Reduktion“ getätigt wurden (siehe Tabelle 34).

Tabelle 34. Verteilung der Anzahl der Aussagen von Lehrer- und Schüleraussagen zum wissenschaftlichen Prozess und seiner Darstellung.

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Prozentuale Antwortverteilung der SA & LA	Anteil SA, LA, beide
	Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zu viel Inhalt in curricularen Standards	Überwiegend mehr LA (6/8, 75%) als SA (2/8, 25%)	2 LA & 2 SA
			Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel		2 LA
			Mangel an aktuellem und gut aufbereitetem Unterrichtsmaterial		2 LA
		Rolle des selbstständigen	Art der Hilfestellung der Lehrkraft	Überwiegend LA	3 LA & 1 SA
			Einführen einer neuen Fehlerkultur im Unterricht		6 LA

Vielfältige Forschungsprozesse in der Wissenschaft		digen Forschens im Unterricht	Verschiebung Fokussierung der Leistungsbewertung	(12/14, 86%) als SA (2/14, 14%)	2 LA
			Bedeutung des Lebensweltbezuges		1 LA & 1 SA
		Wunsch nach Fokussierung auf fachwissenschaftliche Inhalte	Zu emotional und nicht mehr sachlich	Nur SA (2/2, 100%)	2 SA
			Priorität hat Vermittlung Fachinhalte und Konzepte		
	Zugänge zur stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht	Narrative Zugänge	Metapher der "Reise ins Ungewisse" ganz schön, Ausschnitt des "Großen und Ganzen" (der Natur und die Welt)	Überwiegend SA (6/7, 86%) als LA (1/7, 14%)	2 SA
			Reise mit undefinierten Ziel (Reise als Ziel) und kontinuierlichen Weg darstellen		
			Metapher als "Reise" eher nicht passend, weil schon viel Erfahrung mit Forschung gemacht und weiß, woraus Forschung besteht		3 SA
			Sek 1 eher als "Reise" darstellen und ausschmücken, Sek 2 eher als Prozess und faktischer darstellen		
			Einblicke in Prozess vom Misserfolg zum Erfolg		1 LA & 1 SA
		Exemplarische Zugänge	Exemplarisch aus Zeitgründen	Gleiche Anteile von SA (1/2, 50%) & LA (1/2, 50%)	1 SA & 1 LA
			Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel		1 LA
		Außerschulische Zugänge	Wichtige Erfahrung mit nachhaltiger Wirkung, deswegen dafür Zeit nehmen	Nur SA (6/6, 100%)	2 SA
			Planung einer Forschungsreise sowie weitere Möglichkeit zur Kontaktaufnahme mit Wissenschaftler*innen		
			Forschungserfahrungen durch Jugend Forscht mit eigenverantwortlichen Lernen sowie kennenlernen von Methoden auf Forschungsfahrt		3 SA
	Besonderes Interesse bei Forschungsfahrt an Kennenlernen und Ausprobieren von 3D Mikroskopen				
	Interesse an eigenständigen Forschen wie bei Forschungsfahrt sowie Gespräch mit Wissenschaftler*innen in Hinblick auf Berufsorientierung				
	Schreiben einer Forschungsarbeit		1 SA		
	Zugang über Misserfolge in der Wissenschaft	Misserfolge stärker thematisieren	Überwiegend LA (6/10, 60%) als SA (4/10, 40%)	3 LA & 3 SA	
		Wichtig auf Misserfolge einzugehen, um Erfolge auch besser zu verstehen.			
		Misserfolge bringen kein Geld sondern die Erfolge			
Bislang Misserfolge wenig in Biologie thematisiert		3 LA & 1 SA			
Methodische Zugänge	Lerntagebuch	Nur LA (3/3, 100%)	3 LA		
	Experimente				
Historische Zugänge	Beispiele von Schüler*innen, wo der Weg des Wissenschaftlers (Milekton, Penicillin, Evolutionstheorien) einmal ausführlicher im Unterricht besprochen wurde	Überwiegend SA (3/4, 75%) als LA (1/4, 25%)	3 SA & 1 LA		
	Naturwissenschaftliches Arbeiten anhand eines historischen Beispiels mit Schülervorstellungen früherer Forschung vs. heutiger wie Entstehung des Periodensystems oder einem Briefwechsel durchnehmen				
Personenbezogene Zugänge	Wunsch nach mehr Forschungsbezüge durch aktuellen Stand der Forschung, Aussichten, Gespräch mit Wissenschaftler*innen	Überwiegend LA	1 SA		

			Wissenschaftler*innen sollten deutlich machen, dass sie ganz normale Menschen sind. Dabei auch auf Fehler und ihren wissenschaftlichen Prozess eingehen.	(2/3, 67%) als SA (1/3, 34%)	1 LA
			Wunsch nach authentischen und verständlichen Vorträgen zum Mitverfolgen des wissenschaftlichen Erkenntnisweges		1 LA
Chancen bei der stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht	Berufsorientierung		Mehr Forschungsbezüge zur besseren Berufsorientierung	Nur SA (9/9, 100%)	2 SA
			Interessiert an nicht fachwissenschaftlichen Inhalten von Forschung		3 SA
	Motivationale Faktoren	Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung (erkennen das es eine härtere Reise ist als gedacht)	4 SA		
	Verständlichkeit	Mehr Einblicke in den Prozess naturwissenschaftlichen Arbeitens kann die Nachvollziehbarkeit verbessern			

Die Analyse in der Verteilung der Antworten je nach Kategorie hat ergeben, dass Lehrer*innen zum Impulszitat von sich heraus vor allem Aspekte zu der Hauptkategorie "Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse" ansprachen. Dabei nahmen sie vordergründig die Position aus der praktischen Herangehensweise ein z.B. indem diese die Eigenständigkeit von Schüler*innen ansprachen (siehe z.B. „Rolle des selbstständigen Forschens im Unterricht“ in Tabelle 33) oder strukturelle Herausforderungen in der Umsetzung angaben. Sowohl Schüler*innen als auch Lehrer*innen sprachen Vorschläge an, wie die vielfältigen Forschungsprozesse stärker im Unterricht integriert werden können z.B. durch Narrative, außerschulische Lernorte, über spezifische Personen oder historischen Ereignissen. Diese Vorschläge von beiden beteiligten Gruppen sind gleichermaßen in der Hauptkategorie zu "Zugängen zur stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht" nachzulesen. Des Weiteren führten die Aussagen der Lehrkräfte und Schüler*innen zur Bildung der Kategorie "Chancen in der stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht". In dieser Kategorie sind ausschließlich Schüler*innenaussagen zuzuordnen. Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass die Herausforderungen primär von Lehrkräften angesprochen wurden, die Chancen dagegen ausschließlich von Schüler*innen und Zugänge zum Thema von beiden Perspektiven gleichermaßen diskutiert wurde.

Kategoriesystem zu Aussagen der Schüler*innen

Tabelle 35. Kategoriesystem mit Schüler*innenantworten zu vielfältigen Forschungsprozessen in der Wissenschaft.

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung
Vielfältige Forschungsprozesse in der Wissenschaft	Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zu viel Inhalt in curricularen Standards	Überdenken der momentan geltenden Anforderungen und Stundenanzahl in Biologie hin zu mehr wissenschaftlichen Themen im Unterricht, bei denen man jetzt gar keine Zeit hat auf diese einzugehen.
		Rolle des selbstständigen Forschens im Unterricht	Art der Hilfestellung der Lehrkraft	Gut wie Lehrer das macht mit vielen Experimenten und Theorieunterricht. Wunsch nach mehr selbstständigen Lernen, weniger Informationsinput durch bestimmte Problemfragen. Diese dann selbst recherchieren (Wissen verfestigt sich so besser als beim Auswendiglernen).
			Bedeutung des Lebensweltbezuges	Zur Steigerung des Interesses, dann Thema selbst aussuchen und

				Bezugspunkt zu einem selbst herstellen.
		Wunsch nach Fokussierung auf fachwissenschaftliche Inhalte	Zu emotional und nicht mehr sachlich	Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil teils sehr emotional und nicht mehr sachlich. Spannender sind Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen) mit Sonderfällen oder Spezialthemen.
			Priorität hat Vermittlung Fachinhalte und Konzepte	Faktoren wie Finanzierung von Forschung oder Rolle der Politik in Forschung lieber in anderen Fächern als Biologie durchnehmen, weil Biologie vor allem Fachinhalte und Konzepte vermitteln möchte.
	Zugänge zur stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht	Narrative Zugänge	Metapher der "Reise ins Ungewisse" ganz schön, Ausschnitt des "Großen und Ganzen"(der Natur und die Welt)	Metapher als "Reise ins Ungewisse" schön, Erforschung kleiner Weg des "Großen und Ganzen", nämlich der Natur und die Welt.
			Reise mit undefinierten Ziel (Reise als Ziel) und kontinuierlichen Weg darstellen	Interesse an Darstellung als Reise mit undefinierten Ziel, also der Reise als Ziel und kontinuierlichen Weg nachverfolgen.
			Metapher als "Reise" eher nicht passend, weil schon viel Erfahrung mit Forschung gemacht und weiß, woraus Forschung besteht	Eher unpassend Metapher mit "Reise", persönlich schon viel Erfahrung mit Forschung gemacht und weiß, woraus es besteht.
			Sek 1 eher als "Reise" darstellen und ausschmücken, Sek 2 eher als Prozess und faktischer darstellen	Interessiert an Anfangszeit beim wissenschaftlichen Arbeiten (wie auf die Idee gekommen), Probleme und das Endprodukt. Sek 1 als Reise für "Kleinere" gut, später aber Prozess unterrichten.
				Sek 1 eher als "Reise" ausschmücken, Sek 2 eher als Prozess mit mehr Fakten darstellen.
		Einblicke in Prozess vom Misserfolg zum Erfolg	Zeigen wie es vom Misserfolg zum Erfolg gekommen ist. Kontext des Erfolges einbeziehen, wie Einsatz nun in Medizin.	
		Außerschulische Zugänge	Wichtige Erfahrung mit nachhaltiger Wirkung, deswegen dafür Zeit nehmen	Empfindung bei Reisen (außerschulische Lernortbesuche) als wichtige Erfahrung, für die man sich Zeit nehmen sollte, weil man dort am meisten mitnimmt.
			Planung einer Forschungsreise sowie weitere Möglichkeit zur Kontaktaufnahme mit Wissenschaftler*innen	Planung einer Forschungsreise mit Klasse sowie das Bereitstellen von Informationen und Kontakten zur Wissenschaft.
			Forschungserfahrungen durch Jugend Forscht mit eigenverantwortlichen Lernen sowie kennenlernen von Methoden auf Forschungsfahrt	Konzept von "Jugend forscht" als spannend empfunden durch die Eigenorganisation oder Forschung auf Profifahrt, wo man andere Methoden kennengelernt hat.
			Besonderes Interesse bei Forschungsfahrt an Kennenlernen und Ausprobieren von 3D Mikroskopen	An Forschungsreise nach Sylt auch interessant, dass nicht nur 2D sondern 3D Mikroskope ausprobiert werden konnten mit verschiedenen Tieren und dem eigenständigen Ausprobieren.

			Interesse an eigenständigen For- sachen wie bei Forschungsfahrt sowie Gespräch mit Wissenschaftler*innen in Hinblick auf Berufsorientierung	Mehr praktische Möglichkeiten zum Forschen nutzen, wie bei Pro- filfahrt nach Sylt. Interessant dort mit Leuten zu sprechen, Räume zu sehen. Auch in Hinblick auf Berufs- wunsch als Wissenschaftlers*in.
			Schreiben einer Forschungsarbeit	Ersatzleistung zu bestimmten The- men als Art einer Forschungsar- beit geschrieben.
		Misserfolge in der Wis- senschaft	Wichtig auf Misserfolge einzugehen, um Erfolge auch besser zu verste- hen.	Misserfolge wichtig, um eventuel- len Erfolg besser zu verstehen. In- teressantesten diesmal praktisch bei einer Forschungsfahrt mitzuer- leben, um eventuelle Fehler beim Arbeiten mitzubekommen und da- raus zu lernen.
			Misserfolge bringen kein Geld son- dern die Erfolge	Wirtschaftliche Gründe über das nicht Berichten von Misserfolgen in der Wissenschaft: Verdient kein Geld nur über Misserfolge zu be- richten, sondern über Erfolge.
			Am besten exemplarische Darstel- lung der Irrwege wissenschaftlichen Arbeitens	Mitteilen das nicht immer alles auf Antrieb in der Wissenschaft funkti- oniert, aber kein Hauptfokus im Unterricht.
		Historische Zugänge	Beispiele von Schüler*innen, wo der Weg des Wissenschaftlers (<i>Milekton</i> , Penicillin, Evolutionstheorien) ein- mal ausführlicher im Unterricht be- sprochen wurde	Wissenschaftlichen Prozess im Rahmen von Problemen bei <i>Milek-</i> <i>tons</i> Versuchen und Evolutions- theorien durchgenommen.
				Interessant wissenschaftlichen Prozess bei Evolutionstheorien so- wie <i>Milektons</i> Versuchen (wie Problem gelöst) nachzuvollziehen. - Gut zu erfahren, dass Leute auch scheitern.
				Weg wissenschaftlichen Arbeitens bei Penicillin angeschaut. Interes- siert an besondere wissenschaftli- che Wege. Nicht als Vortrag son- dern zum Anfassen und Auspro- bieren.
		Personenbe- zogene Zu- gänge	Wunsch nach mehr Forschungsbe- züge durch aktuellen Stand der For- schung, Aussichten, Gespräch mit Wissenschaftler*innen	Mehr Bezug zur Forschung im Bio- logieunterricht durch aktuellen Stand der Forschung, Aussichten oder Gespräch mit Wissenschaft- ler*innen.
Chancen bei der stärkeren Vermittlung von For- schungsprozes- sen im Unter- richt		Berufsorien- tierung	Mehr Forschungsbezüge zur besse- ren Berufsorientierung	Großes Interesse an Biologie, des- wegen Einblicke in Forschung im- mer interessant auch als mögliche Berufsperspektive.
			Interessiert an nicht fachwissen- schaftlichen Inhalten von Forschung	Interessant Weg des Wissen- schaftlers zu hören: selbst mit Wissenschaftler schon geredet, dabei Einblicke z.B. in Finanzierung von Forschung bekommen. Wunsch nach mehr Aufklärung hinsichtlich Chancen, Wege und Aufgaben in der Forschung.
		Motivatio- nale Fakto- ren	Interesse an realistischen und unge- filterten Einblicken in Forschung - Er- kennen das es eine härtere Reise ist als gedacht	Interesse an realistischen und unge- filterten Einblicken in For- schung. Fehler darlegen oder Probleme, um daraus zu lernen und zu erkennen, warum man

				dann doch weitergemacht hat. Erkennen das es eine härtere Reise ist, als man anfangs denkt.
		Verständlichkeit	Mehr Einblicke in den Prozess naturwissenschaftlichen Arbeitens kann die Nachvollziehbarkeit verbessern	Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Mehr über den wissenschaftlichen Prozess berichten auch z.B. beim Corona-Impfstoff und warum das "so lange gedauert hat".

Das separate Categoriesystem der Schüler*innenantworten zeigt, dass diese Aussagen zu allen drei induktiv gebildeten Kategorien der Herausforderungen, Zugänge und Chancen im Vermitteln von Inhalten zu vielfältigen Forschungsprozessen tätigten. Im Feld der Herausforderungen gaben Schüler*innen zu viele Inhalte in den curricularen Vorgaben an, den Wunsch nach selbstständigeren Arbeiten oder auch bei Forschungsprozessen die starke Fokussierung auf Fachinhalte und nicht zu sehr emotionale Faktoren zu behandeln. Bei den Zugängen zu vielfältigen Forschungsprozessen wurden unterschiedliche Aspekte genannt, die sich auf die angesprochene Reise aus dem Zitat beziehen, außerschulische Lernaktivitäten und deren Erfahrungen einbeziehen, historische Aspekte mit einbeziehen oder Misserfolge als interessanten Ausgangspunkt zum Thema ansahen. Häufig wurden dabei auch direkte Begegnungen mit Wissenschaftler*innen und dem Erzählen ihrer Erfahrungen als wünschenswert angesehen. Als Chancen zur stärkeren Vermittlung der Forschungsprozesse sahen Schüler*innen ein verbessertes Verständnis gegenüber dem wissenschaftlichen Prozess, eine Motivation sich damit eingehender zu beschäftigen als auch Facetten der Berufsorientierung hin zur Wissenschaft an (siehe Tabelle 35).

Kategoriesystem zu Aussagen der Lehrer*innen

Anschließend folgt die Darstellung des separaten Kategoriensystems mit den Lehrerantworten (siehe Tabelle 36):

*Tabelle 36. Kategoriesystem mit Lehrer*innenantworten zu vielfältigen Forschungsprozessen in der Wissenschaft.*

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung
Vielfältige Forschungsprozesse in der Wissenschaft	Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zu viel Inhalt in curricularen Standards	Neue Facetten wissenschaftlichen Arbeitens nur in Ansätzen oder in Ergänzung zum bereits Vorhandenen im Unterricht behandeln – Grund ist Lehrpläne sind zu voll, aber Idee an sich toll.
				Sinnvoll einige Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens aufzufrischen oder zu erweitern, aber keine Aspekte noch mehr hinzufügen durch zu volle Lehrpläne.
			Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel	Das "große Bild der Wissenschaft" gelingt nicht im Unterricht zu vermitteln, Lernen am Beispiel.
				Der kritische Umgang mit Ergebnissen ist wichtig und die Inhalte in Schulbüchern sind in Deutschland zum Glück sehr gut geprüft, sodass man dieses auch unterrichten kann. Beim Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung dann aber wieder exemplarisch mit interessierten Schüler*innen vorgehen.
				Grundlegende Arbeits- und Sozialformen in der wissenschaftlichen Arbeit stärker in den Fokus des na-

			Mangel an aktuellen und gut aufbereiteten Unterrichtsmaterialien	<p>turwissenschaftlichen Unterrichts rücken - Begegnung von Vorurteilen und einseitigen Darstellungen im naturwissenschaftlichen Arbeiten in Bezug auf Arbeitsformen.</p> <p>Mangel an didaktisch aufbereitetem Unterrichtsmaterial zu Facetten wissenschaftlichen Arbeitens</p>
		Rolle des selbstständigen Forschens im Unterricht	Art der Hilfestellung der Lehrkraft	Geführtes Experimentieren (mit Anleitung) für Schüler*innen gut, eigenständiges Arbeiten als zu anstrengend empfunden (sind es nicht gewohnt)
	Schüler*innen beim eigenständigen Arbeiten unterstützen: Wie komme ich zum Experiment. Mehr Einblicke wie sich Wissenschaftler*innen das Experiment überlegt haben geben.			
	Funktionsweise Schule: Lehrer*in steht vorne und kennt die richtige Antwort. Berichte über Versuch mit Daunen ohne Anleitung, nur das Material. Fazit: Verrückte Ideen dazu gehabt, aber schnell frustriert. Langer Weg Schüler*innen wirklich zum eigenständigen Arbeiten zu führen. Schüler*innen auf dem Weg dahin immer wieder Reflexionsaufgaben geben.			
	Den Schülern verdeutlichen, warum sie so Methoden zur Dokumentierung des wissenschaftlichen Prozesses brauchen - Unterricht für gewöhnlich so gestaltet, dass sie gar nicht so viel eigenständig arbeiten müssen. Schüler*innen noch mehr ins kalte Wasser schmeißen (zum eigenständigen Arbeiten ohne "richtige Lösung"), dann vielleicht Reflexionsaufgaben dankender oder sinnvoller annehmen, weil sie das jetzt mehr brauchen.			
	Einführen einer neuen Fehlerkultur im Unterricht		Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern früh auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben.	
			Eindruck von Abnahme der Frustrationstoleranz. Umgang mit Misserfolgen und Fehlern wichtig auch gut zu hören von Wissenschaftler*innen am Darwinstag	
			Früher gewohnt das Dinge nicht klappen, Durchhaltevermögen z.B. bei Computerspielen ohne Zwischenspeicherung von Nöten. Heute Zwischenspeicherung möglich, aber kein Durchhaltevermögen, weil sie gewohnt sind das alles auf Anhieb klappt oder sofort Hilfe bekommen.	
			Lust am eigenständigen Arbeiten wird in der Schule eher abgetötet, weil Fehler machen meistens dramatisch ist. Trägheit und Lustlosigkeit bei Schüler*innen zum eigenständigen Arbeiten zu beobachten. Fragen sehr schnell nach richtiger Lösung. Aber nicht so gewohnt, aufgrund geringer Förderung im Unterricht.	
			Dringend notwendig bereits in der Grundschule eine gute „Fehlerkultur“ einzuführen (z.B. in Mathe). Muss Fehler zulassen, sich mit Fehlern auseinandersetzen (nicht vorgegebene Fehler in einem Schulbuch!, die eigenen; nicht das saubere Matheheft zählt, dafür gab es früher den Schönschreibunterricht!)	
			Experimentieren in Schule sehr durch Lehrkraft geführt. Entweder vorgegebene Fragestellung ist oder starke Führung durch Lehrkraft. Wichtig ist Diskussion nach Experiment, dass jedes Ergebnis gut ist und das Experimente immer klappen, auch wenn etwas anderes dabei herauskommt als erwartet. Entstehung von kein Frust, sondern Gewinnung neuer, wertvoller Perspektive.	

			Verschiebung Fokussierung der Leistungsbewertung	Problem Schule leistungsorientiert vs. eigenständig arbeiten und Fehler zulassen - Mögliche Lösung: Weniger Endergebnis und mehr individuellen Prozess dahin bewerten.
			Bedeutung des Lebensweltbezuges	Wichtig Lebensweltbezug zu den Schülern herstellen, dann gehen sie den Weg der Erkenntnisgewinnung fast schon fast von ganz allein.
		Narrative Zugänge	Einblicke in Prozess vom Misserfolg zum Erfolg	Kein Thematisieren von Misserfolgen in der Schule, eher Erfolge oder vom Misserfolg zum Erfolg. Mögliche Erwartungshaltung daraus: In der Schule muss am Ende immer die "richtige Antwort" herauskommen.
		Exemplarische Zugänge	Zeitgründen	Sinnvoll darstellen der Misserfolge an einem Beispiel (ca. 1-2 Stunden) aus Zeitgründen.
			Komplexität des Themas –Lernen am Beispiel	Wissenschaft viel komplexer, nicht möglich das im Unterricht so darzustellen. Deswegen komplexe Wissenschaft mal an einem Beispiel als spannende Geschichte anschauen z.B. auch die Fehlwege zeigen
			Möglicherweise demotivierend	Beispiel bei Misserfolge in Wissenschaft darf nicht allzu lange dauern, könnte sonst demotivierend wirken (großes Interesse vielleicht nicht vorhanden).
		Zugang über Misserfolge in der Wissenschaft	Misserfolge stärker thematisieren – Teil von Forschung	Misserfolge sollten mehr im Vordergrund stehen sowie Weg dann zum Erfolg. Z.B. Katalina Kariko und dem mRNA-Impfstoff. Wunsch mehr in die Richtung zu machen.
				Irrwege werden nicht publiziert, bekommen zu wenig Aufmerksamkeit (auch in der Schule)
				Forderung nach mehr Veröffentlichungen über Irrwege oder fehlgeschlagene Experimente. Gehören zum wissenschaftlichen Arbeiten dazu.
			Wichtig auf Misserfolge einzugehen, um Erfolge auch besser zu verstehen	An Schüler*innen vermitteln: Wissenschaftliches Arbeiten ist vielmehr Weg mit Erfahrungen, Hindernissen und das nicht alles auf Anhieb klappt. Auch Rückschläge diesbezüglich thematisieren.
			Bislang Misserfolge wenig in Biologie thematisiert	Misserfolge in der Wissenschaft bisher eher wenig im Biologieunterricht behandelt. Eher in anderen Fächern.
			Am besten exemplarische Darstellung der wissenschaftlichen Irrwege	Irrwege sind wichtig, aber am besten nur mal exemplarisch mit interessierten Schüler*innen drannehmen.
		Methodische Zugänge	Lerntagebuch	Bericht über Lerntagebuch mit 9. Klasse über längeren Zeitraum ausgefüllt, Dadurch Dokumentation und Hervorhebung der Lernprozesse. Fürchterliches Feedback zur Methode, als sehr anstrengend empfunden. Aus Lehrersicht aber wichtig, deswegen Handlungsbedarf zur weiteren Förderung, auch in kleineren Klassen.
			Experimente	Sinn ist nicht Experiment nachzumachen bei zu erwartbaren, richtigen Ergebnis, sondern geht um kreative Ideen zum Probleme lösen und Lerneffekt daraus. Grundidee von Naturwissenschaften neu definieren: Nicht Ergebnis sondern Prozess dahin entscheidend.

				<p>Tatsache, dass man bei einer Matheaufgabe nicht sofort zum Ziel kommt, muss wieder trainiert werden. Geduld und Ausdauer bei Computerspielen ist nicht dasselbe wie beim eigenen Tun. Wichtig sind da auch die Experimente in der Schule, die vielleicht nicht auf Anhieb so funktionieren wie erwartet oder etwas Geduld erfordern (nicht wie das perfekte Experiment im überdimensionalen Maßstab, ohne Erklärung, nur wow-Effekt, auf YouTube). Wer dies alles von Klein an erlebt und durchmacht, der kann auch später mit „Niederlagen“ besser umgehen. Ein wichtiges Thema, das ebenfalls interdisziplinär angegangen werden müsste.</p> <p>Wünschenswert eigenständiges Erarbeiten von Fragestellungen und Experimentieren (z.B. durch Experimentierboxen mit keiner bestimmten Fragestellung), Problem ist Strukturierung des Unterrichts (Schüler*innen müssen das gar nicht selbst erarbeiten, kriegen alles vorgekaut).</p>
		Historische Zugänge	Entwicklung von früheren Annahmen wissenschaftlicher Inhalte vs. heutigen Annahmen aufzeigen	Naturwissenschaftliches Arbeiten am besten an einem geschichtlichen Beispiel veranschaulichen, z.B. Zeitstrahl mit Schülervorstellungen früherer Forschung vs. heutiger Forschung. Dabei auch auf das interdisziplinäre Arbeiten eingehen.
		Personenbezogene Zugänge	Vermittlung von Wissenschaftler*innen als ganz normale Menschen mit dem Zulassen von Fehlern	Wissenschaftler*innen sollten deutlich machen, dass sie ganz normale Menschen sind. Dabei auch auf Fehler und ihren wissenschaftlichen Prozess eingehen.
			Wunsch nach authentischen und verständlichen Vorträgen zum Mitverfolgen des wissenschaftlichen Erkenntnisweges	Wunsch nach verständlichen und authentischen Vorträgen von Wissenschaftlern (und nicht das sich der Wissenschaftler damit profiliert) für Schüler*innen. Mehr Mitverfolgen den Weg der wissenschaftlichen Erkenntnis zum Beispiel mit Hilfe kleiner Filmchen.

Die Aussagen der Lehrkräfte weisen auf eine Fokussierung bezogen auf die Herausforderungen und Zugänge zu vielfältigen Forschungsprozessen hin. Keine der Lehrkräfte sprach dahingehend explizit über Chancen zur Vermittlung des Themas, sondern diskutierte vielmehr über die Herausforderungen. Bei den Herausforderungen wurden vornehmlich strukturelle Hindernisse genannt (z.B. Mangel an gut ausgearbeiteten Unterrichtsmaterial, viel Inhalt in den Curricula oder die Komplexität des Themas) sowie sich intensiv mit der Rolle des selbstständigen Forschens von Schüler*innen auseinandergesetzt (z.B. welche Form der Hilfestellung die Lehrkräfte übernehmen sollten oder wieso es eine neue Fehlerkultur in der Schule geben sollte). Wie auch bei den Schüler*innen nannten die Lehrkräfte vielfältige Zugänge zum Thema u.a. wie es vom Misserfolg zum Erfolg von wissenschaftlichen Erkenntnissen kommt, Prozesse anhand eines Beispiels einer Wissenschaftler*in zu zeigen, Misserfolge in der Wissenschaft als Ausgangspunkt für die vielfältigen Forschungsprozesse zu nehmen, historische Bezüge von Forschung früher im Vergleich zu heute zu ziehen, aber auch methodische Empfehlungen wie Lernetagebücher und Experimente. Zudem wurden personenbezogene Zugänge durch das Aufeinandertreffen von Wissenschaftler*innen und Schüler*innen genannt (siehe Tabelle 36).

4.7.3 Aspekt - Umgang mit ungelösten Problemen in der Wissenschaft

Das dritte und letzte Zitat der Metaorganismus-Forschenden auf der präsentierten Folie lautete folgendermaßen:

„Du denkst, wir wissen viel? Wir wissen nichts! Es gibt noch so viele Probleme/Fragen, die gelöst werden müssen.“

Zum Ausgangszitat wurde die folgende Forschungsfrage gestellt:

Welche Aussagen lassen sich in den Fokusgruppeninterviews der Schüler*innen und Lehrer*innen wiederfinden, die sich mit dem schulischen Umgang von ungelösten Problemen in der Wissenschaft beschäftigen?

Hinsichtlich dieser Ausgangsfrage wurden die folgenden Kategorien aus den Aussagen von Schüler*innen und Lehrer*innen aus dem Material heraus gebildet (Tabelle 37).

Tabelle 37. *Gemeinsames Categoriesystem der Schüler- und Lehrerinterviews zum Oberthema "Ungelöste Probleme in der Wissenschaft" in einer gemeinsamen Ergebnisdarstellung*

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Kategorien zur Reduktion der Schüler- und Lehrerantworten
Ungelöste Probleme in der Wissenschaft	Herausforderungen im schulischen Umgang	Kognitive Faktoren	Möglicherweise keine Wahrnehmung des wissenschaftlichen Fortschritts
			Mögliche Überforderung durch komplexes Thema
		Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Bislang geringe Thematisierung im biologischen Unterricht
			Zeitmangel für das Thematisieren weiterer Forschungsaspekte
	Chancen im schulischen Umgang	Affektive Faktoren	Zulassung von Unsicherheit der Lehrkraft
			Motiviert durch Vorläufigkeit von Wissenschaft
			Motiviert zum Mitdenken
		Interesse an aktueller Forschung (noch nicht Bestätigtes) und nicht nur vergangene Forschung (Bestätigtes)	

Zum **schulischen Umgang mit ungelösten Problemen in der Wissenschaft** ließen sich zwei Hauptkategorien identifizieren. Zum einen diskutierten die Beteiligten über die Herausforderungen beim Thematisieren von ungelösten Problemen in der Wissenschaft (wie der Zeitmangel zum Thematisieren, die mögliche Überforderung der Zielgruppe mit der Offenheit von Wissenschaft oder die mögliche Überforderung der Schüler*innen) und zum anderen über die Chancen zur Thematisierung von ungelösten Problemen in der Wissenschaft (wie die Motivation zum Mitdenken und die Motivation zur Vorläufigkeit von Wissenschaft).

In der nachfolgenden Tabelle 38 werden wie in den zuvor präsentierten Teilbereichen die Anzahl der Aussagen zum Thema der ungelösten Probleme in der Wissenschaft dargestellt.

Tabelle 38. *Gemeinsames Kategoriensystem der Lehrer- und Schüleraussagen zu Thematisierung von ungelösten Problemen in der Wissenschaft mit Zusatz der Anzahl der Aussagen beider Perspektiven*

Leitthema	Hauptkategorie NOS	Unterkategorien NOS	Reduktion	Prozentuale Antwortverteilung der SA & LA	Anteil SA, LA, beide
Ungelöste Probleme in der Wissenschaft	Herausforderungen im schulischen Umgang	Kognitive Faktoren	Möglicherweise keine Wahrnehmung des wissenschaftlichen Fortschritts	Mehr LA (2/3, 67%) als SA (1/3, 34%)	1 SA
			Mögliche Überforderung durch komplexes Thema		2 LA
		Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Bislang geringe Thematisierung im biologischen Unterricht	Gleiche Anteile von SA (2/4, 50%) & LA (2/4, 50%)	1 SA & 1 LA
			Zeitmangel für das Thematisieren weiterer Forschungsaspekte		1 LA & 1 SA

	Chancen im schulischen Umgang	Motivationale Faktoren	Zulassung von Unsicherheit der Lehrkraft	Nur SA (4/4, 100%)	4 SA
			Motiviert durch Vorläufigkeit von Wissenschaft	Überwiegend SA (4/5, %) als LA (1/5, %)	5 SA & 1 LA
		Interessensförderung	Motiviert zum Mitdenken – Forschendes Interesse	Nur SA (2/2, 100%)	2 SA

Bei den Anzahl der Aussagen des gemeinsamen Kategoriensystems von Schüler*innen und Lehrer*innen wurde die Tendenz deutlich, dass Lehrer*innen sich vor allem zu Herausforderungen bei der Vermittlung der Offenheit von Wissenschaft wie z.B. der Umgang mit ungelösten Problemen der Wissenschaft äußerten und die Chancen in der stärkeren Vermittlung des Themas fast ausschließlich von Schüler*innen genannt wurden.

Kategoriesystem zu Aussagen der Schüler*innen

Tabelle 39. Kategoriesystem mit Schüler*innenantworten zu ungelösten Problemen in der Wissenschaft

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
Ungelöste Probleme in der Wissenschaft	Herausforderungen im schulischen Umgang	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Wahrnehmung des wissenschaftlichen Fortschritts	Negative Assoziation mit Zitat vieler ungelöster Fragen/Probleme der Wissenschaft. Mögliche Frage, warum man das alles überhaupt macht. Deswegen mit Positivem verknüpfen: Rückblick was früher geglaubt wurde und was heute. Blick auf Entwicklung und viele wissenschaftlichen Errungenschaften lenken.
			Zeitmangel	Interesse an aktuell Beforschem oder ungeklärten Frage, aber Zeitmangel in Oberstufe und fraglich ob dafür die Zeit ist.
			Zulassung von Unsicherheit des Lehrkraft	Interesse an unerforschte Themen. Schwer in Schule zu realisieren, weil nötige Informationen fehlen und man immer auf alles eine richtige Antwort hat.
	Chancen im schulischen Umgang	Motivationale Faktoren	Motiviert durch Vorläufigkeit von Wissenschaft	Interesse an ungelösten Problemen der Wissenschaft, weckt Neugier. Zitat dazu: "Wissenschaft ist der aktuelle Stand des Irrtums"
				Aussage zu ungelösten Problemen zustimmend: Stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen mit neuen darauf auf.
				Motivierend das nichts in der Forschung in Stein gemeißelt ist, sondern immer wieder auftauchen vieler neuer offener Forschungsfragen.
				Metapher mit Faust "Je mehr er weiß, desto weniger weiß er eigentlich" zum Zitat der vielen ungelösten Probleme in der Wissenschaft. Das hinter jeder großen Fragen noch viele kleine Fragen warten ist motivierend.
			Motiviert zum Mitdenken (Forschendes Interesse)	Spannend noch "nicht bewiesene Studien" oder "was könnte sein, wenn" Fragen
				Spannender über nicht gelöste Probleme zu reden, als über schon gelöste - Förderung Ideenaustausch und Nachdenken
				Unbekanntes aus der Forschung spannend. Überlegung in Richtung Forschung zu gehen (Berufsperspektive) und spannend mit neuen Wissenschaften (z.B. interdisziplinäres Arbeiten).
	Interessensförderung	Häufiger auf nicht Bestätigtes (Aktuelles) fokussieren und nicht	Interesse an offene Fragen oder Studien zum Mitdenken. Beim Lösen dieser Fragen helfen.	
				Motivierend mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Häufig Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Stattdessen betonen, was wir alles noch erfahren können.

			nur Bestätigtes (Vergangenes)	Interessant nicht nur über Vergangenes, sondern auch Aktuelles, noch nicht Bestätigtes mehr zu erfahren.
--	--	--	-------------------------------	--

Die Aussagen der Schüler*innen zeigten, dass diese vereinzelt auch die Herausforderungen beim Thematisieren von ungelösten Problemen der Wissenschaft thematisierten. Sie brachten dort Argumente wie den Zeitmangel, die Verknüpfung der Unwissenheit von Wissenschaft mit den wissenschaftlichen Errungenschaften der Zeit zu vergleichen oder die Perspektive der Lehrkräfte eine "richtige Lösung" zu präsentieren. Viel intensiver wurde jedoch auf die motivierenden und interessierten Aspekte von ungelösten Problemen der Wissenschaft eingegangen, indem sich die Schüler*innen in einer aktiven Rolle wiederfinden, durch die Vorläufigkeit von Wissenschaft und dem Einbringen ihrer Gedanken dazu. Dieses deuteten Aussagen der Schüler*innen an, die den Wunsch äußerten nicht nur "Bestätigtes" als vergangene wissenschaftliche Erkenntnisse zu thematisieren, sondern vielmehr "noch nicht Bestätigtes" durch aktuelle Wissenschaft und ihre vorläufigen Erkenntnisse (siehe Tabelle 39).

Kategoriesystem zu Aussagen der Lehrer*innen

Tabelle 40. Kategoriesystem mit Lehrer*innenantworten zu ungelösten Problemen in der Wissenschaft

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
Ungelöste Probleme in der Wissenschaft	Herausforderungen im schulischen Umgang	Kognitive Faktoren	Mögliche Überforderung durch komplexes Thema	Zu erwartende Überforderung der Schüler*innen bei der Aussage der vielen offenen Forschungsfragen.
				Todschlagnargument Zitat mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Provokante Frage: Gibt es überhaupt noch große Probleme in der Wissenschaft? - Betrachtungsweise verändern, dass noch viel Handlungsbedarf ist, aber wenig passiert (zweifelt langsam am System).
			Wahrnehmung des wissenschaftlichen Fortschritts	Vergleich mit früherer Forschung zu heute z.B. anhand eines Zeitstrahls kann wissenschaftlichen Fortschritt auch zu bis dahin ungelösten Problemen sichtbar machen.
		Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zeitmangel	Glaub auch dass das Schüler*innen häufig nicht klar ist, aber Schule ist einfach sehr stressig und man muss 50.000 Sachen am Tag tun und hat keine Zeit das auch noch zusätzlich zu machen.
			Geringe Thematisierung in Biologie	Mehr über ungelöste Probleme der Wissenschaft in Philosophie als in Biologie geredet (z.B. Paradigmenwechsel nach Kuhn). Ausführung von Dingen, die wir in der Biologie bis jetzt noch nicht wissen.
			Zulassung von Unsicherheit des Lehrkraft	Ungelöste Probleme der Wissenschaft persönlich spannend und Schüler*innen häufig nicht klar, weil Lehrkräfte das nicht so gern klar machen. Anstreben gemeinsames Ziel: Lebenslanges Lernen mit vielen ungelösten Problemen (Neugier dafür wecken) lehren, explizit in Schule ansprechen, obwohl Lehrkraft keine Antwort darauf hat.
	Chancen im schulischen Umgang	Interessensförderung	Forschendes Interesse	Dieses forschende Interesse (Weiterforschungsdrang) haben nicht nur Wissenschaftler*innen, sondern wir alle. Häufig schon in jungen Jahren zu sehen und die Wurzel wissenschaftlichen Denkens und Herangehens.

Die Aussagen der Lehrkräfte fokussierten sich mit einer Ausnahme zum Forschenden Interesse auf die Herausforderungen im Umgang mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Zum einen wurden kognitive Faktoren genannt, indem die Schüler*innen mit der Komplexität des Themas möglicherweise überfordert sind und das andere meinte die strukturellen Hindernisse wie z.B. der Zeitmangel oder die Unsicherheit der Lehrkraft und dem Fehlen einer richtigen Antwort (siehe Tabelle 40).

4.7.4 Übergreifende Analysen innerhalb der schülerzentrierten und lehrerzentrierten Kategoriensysteme

Im folgenden Kapitel wurden vielmehr übergreifende Erkenntnisse zu einem Thema gesammelt, die bei der Analyse der Fokusgruppeninterviews vermehrt auffielen. Diese werden nun in einer zusammengehörigen Tabelle präsentiert und kurz erläutert.

Strukturelle Hindernisse bei der Vermittlung der Forschungsthemen aus Lehrer*innensicht

Bei der Analyse der lehrerbezogenen Aussagen zeigte sich, dass Lehrkräfte besonders auf strukturelle Herausforderungen in der Umsetzung der Forschungsaspekte eingingen. Diese strukturellen Herausforderungen können jedoch aus didaktischer Perspektiven besonders wertvoll sein, um gemeinsame Unterrichtsmaterialien zu entwickeln. Im Folgenden werden die strukturellen Herausforderungen gesondert aufgeführt und übergreifend in Hinblick auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten verglichen (siehe Tabelle 41).

Tabelle 41. Strukturelle Hindernisse bei der Vermittlung der Forschungsthemen aus Lehrersicht

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung
Interdisziplinarität von Forschung	Herausforderungen im schulischen Umgang	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Gemeinsame Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten	Vorstellung WPK-Konzept: Themen die wenig im Unterricht behandelt werden unter Motto "Naturwissenschaften im Alltag". Konzept zusammen überlegt und zuerst Befürchtung gehabt, dass fachfremdere Inhalte wie Bezüge zur Chemie nicht gut vermittelt werden können. Deswegen Lösung der Aufgaben zusammen vorbereitet von "Nawi-Fachschaft" und Aufteilung der Stunden unter Lehrkräften je nach Schwerpunkt in Klasse.
			Ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte	Exot in der Schule mit interdisziplinären Unterrichts. Teilweise ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte dem interdisziplinären Unterrichten gegenüber.
			Verbesserungswürdige Konzepte auf curricularer Ebene	Keine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fächern wie Biologie und Chemie. Grund ist Verfolgung anderer Logik und bis jetzt nicht gelöst oder nicht lösbar.
				Betonung Wichtigkeit interdisziplinärer Zugänge im Unterricht, aber werden bis jetzt noch unzufrieden in der Gemeinschaftsschule umgesetzt.
			Befürchtung schwer verständlich – deshalb Wunsch nach Unterrichtsmaterialien	Gefahr beim Zeigen interdisziplinären Forschens schnell schwer verständlich für Schüler*innen. Aber auch Reiz das große Ganze von Forschung zu zeigen. Deswegen wichtig gutes, didaktisch aufbereitetes Unterrichtsmaterial zu haben, damit es wirklich nachvollziehbar wird.
			Respekt durch fachliche Unsicherheiten und fehlende Ausbildung	Wunsch nach mehr interdisziplinären Unterrichten, aber Respekt vor Aufgabe aufgrund schlechter Ausbildung in Chemie, daraus fachliche Unsicherheit. Wunsch für Zukunft: Nawi-Unterricht mit gut ausgebildeten und zusammenarbeitenden Lehrkräften. Lernen das alles miteinander zusammenhängt.

Vielfältige Forschungsprozesse	Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zu viel Inhalt in curricularen Standards	Neue Facetten wissenschaftlichen Arbeitens nur in Ansätzen oder in Ergänzung zum bereits Vorhandenen im Unterricht behandeln – Grund ist Lehrpläne sind zu voll, aber Idee an sich toll. Sinnvoll einige Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens aufzufrischen oder zu erweitern, aber keine Aspekte noch mehr hinzufügen durch zu volle Lehrpläne.
			Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel	Das "große Bild der Wissenschaft" gelingt nicht im Unterricht zu vermitteln, Lernen am Beispiel. Der kritische Umgang mit Ergebnissen ist wichtig und die Inhalte in Schulbüchern sind in Deutschland zum Glück sehr gut geprüft, sodass man dieses auch unterrichten kann. Beim Prozess der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung dann aber wieder exemplarisch mit interessierten Schüler*innen vorgehen.
			Mangel an aktuellen und gut aufbereiteten Unterrichtsmaterial	Grundlegende Arbeits- und Sozialformen in der wissenschaftlichen Arbeit stärker in den Fokus des naturwissenschaftlichen Unterrichts rücken - Begegnung von Vorurteilen und einseitigen Darstellungen im naturwissenschaftlichen Arbeiten in Bezug auf Arbeitsformen. Mangel an didaktisch aufbereiteten Unterrichtsmaterial zu Facetten wissenschaftlichen Arbeitens.
Ungelöste Probleme in der Wissenschaft	Herausforderungen im schulischen Umgang	Strukturelle Hindernisse bei der Umsetzung	Zeitmangel	Glaub auch dass das Schüler*innen häufig nicht klar ist, aber Schule ist einfach sehr stressig und man muss 50.000 Sachen am Tag tun und hat keine Zeit das auch noch zusätzlich zu machen.
			Geringe Thematisierung in Biologie	Mehr über ungelöste Probleme der Wissenschaft in Philosophie als in Biologie geredet (z.B. Paradigmenwechsel nach Kuhn). Ausführung von Dingen, die wir in der Biologie bis jetzt noch nicht wissen.
			Unsicherheit der Lehrkraft	Ungelöste Probleme der Wissenschaft persönlich spannend und Schüler*innen häufig nicht klar, weil Lehrkräfte das nicht so gern klar machen. Anstreben gemeinsames Ziel: Lebenslanges Lernen mit vielen ungelösten Problemen (Neugier dafür wecken) lehren, explizit in Schule ansprechen, obwohl Lehrkraft keine Antwort darauf hat.

Hinsichtlich der übergeordneten Analyse von den angesprochenen strukturellen Hindernissen bei der schulischen Umsetzung von Themen wie Interdisziplinarität, vielfältige Forschungsaspekte oder ungelöste Probleme der Wissenschaft zeigte sich in allen Kategoriensystemen die als zu voll empfundenen Curricula, sodass das Aufnehmen "neuer" Inhalte zwar als sinnvoll bezeichnet wurde, nur schwierig umzusetzen ist etwa durch Argumente wie Zeitmangel. In zwei der drei Themen wurden explizit zu wenig aktuelle und gut didaktisch aufbereitete Unterrichtsmaterialien als Hinderungsgrund angegeben vielfältige Facetten vom Forschungsprozess oder die Interdisziplinarität von Forschung im Unterricht zu thematisieren. Ein weiterer Hinderungsgrund diese Themen im Unterricht anzusprechen ist häufig die "Komplexität des Themas", sodass z.B. nur ein exemplarischer Einblick gegeben werden kann, anstatt sich eingehender damit zu befassen. Als letzten übergeordneten Aspekt ist die stark auf ein Fach konzentrierte Lehramtsausbildung zu nennen z.B. in Biologie, indem übergreifende Ansätze oder Konzepte in dem Zusammendenken von Biologie, Chemie und Physik und weiteren Disziplinen entweder nach Aussagen der Teilnehmenden vermieden werden oder stark von der individuellen Einstellung der Lehrkraft abhängen. Die Lehrkräfte nannten dazu u.a. fachliche Unsicherheiten, die fehlende Ausbildung oder dem Respekt vor der Aufgabe als Gründe, diese Facetten von Forschung anzusprechen.

Chancen bei der Vermittlung der Forschungsthemen aus Schüler*innensicht

Bei der Analyse der schülerbezogenen Categoriesysteme wurde ersichtlich, dass diese besonders die Chancen im Integrieren der angesprochenen Aspekte diskutieren. Diese Chancen werden nachfolgend übergreifend dargestellt und können bezogen auf diese Forschungsarbeit wichtige Erkenntnisse für die Erstellung der Unterrichtsmaterialien bereithalten (siehe Tabelle 42).

Tabelle 42. Chancen bei der Vermittlung der Forschungsthemen aus Schüler*innensicht

Leitthema	Hauptkategorie	Unterkategorie	Reduktion	Generalisierung			
Interdisziplinarität	Schulische Wahrnehmung von interdisziplinärer Forschung	Chancen bei der Vermittlung des interdisziplinären Ansatzes	Verbessert Nachvollziehbarkeit von Forschung	Interdisziplinäres Arbeiten wichtig, weil sich alles überschneidet und stört, wenn bestimmte Informationen fehlen.			
				Bessere Nachvollziehbarkeit von Forschung durch mehr Informationen über interdisziplinäres Forschen.			
			Interesse an mehr Einblicken in interdisziplinäres Arbeiten	Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil teils sehr emotional und nicht mehr sachlich. Spannender sind Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen) mit Sonderfällen oder Spezialthemen.			
				Unbekanntes aus der Forschung spannend. Überlegung in Richtung Forschung zu gehen (Berufsperspektive). Spannend mit neuen Wissenschaften z.B. interdisziplinäres Arbeiten.			
			Besonderes Potenzial im Fach Biologie (Gedanke von „Alle Bereiche hängen zusammen“)	Im Biologieunterricht häufiger darüber geredet, als im Physik- oder Chemieunterricht.			
				Klar, dass interdisziplinäre Zusammenarbeit nicht nur aus Biologie sondern auch Chemie und Physik besteht, wenn man sich Bakterien und den Lebensraum anschaut.			
				Internationale Arbeitsweise gut, um Ideen zu teilen und gemeinsam bessere Lösungen zu finden.			
				Gerade kein Beispiel zum interdisziplinären Forschens parat. Generell Beispiel zum internationalen und interdisziplinären Arbeiten auch beim Impfstoff oder kompletten Corona-Virus zu sehen.			
			Vielfältige Forschungsprozesse in der Wissenschaft	Chancen bei der stärkeren Vermittlung von Forschungsprozessen im Unterricht	Berufsorientierung	Mehr Forschungsbezüge zur besseren Berufsorientierung	Großes Interesse an Biologie, deswegen Einblicke in Forschung immer interessant auch als mögliche Berufsperspektive.
						Interessiert an nicht fachwissenschaftlichen Inhalten von Forschung	Interessant Weg des Wissenschaftlers zu hören: selbst mit Wissenschaftler schon geredet, dabei Einblicke z.B. in Finanzierung von Forschung bekommen. Wunsch nach mehr Aufklärung hinsichtlich Chancen, Wege und Aufgaben in der Forschung.
Motivationale Faktoren	Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung - Erkennen das es eine härtere Reise ist als gedacht	Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung. Fehler darlegen oder Probleme, um daraus zu lernen und zu erkennen, warum man dann doch weitergemacht hat. Erkennen das es eine härtere Reise ist, als man anfangs denkt.					
Verständlichkeit	Mehr Einblicke in den Prozess naturwissenschaftlichen Arbeitens kann die Nachvollziehbarkeit verbessern	Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Mehr über den wissenschaftlichen Prozess berichten auch z.B. beim Corona-Impfstoff und warum das "so lange gedauert hat".					

Ungelöste Probleme der Wissenschaft	Chancen im schulischen Umgang	Motivationale Faktoren	Motiviert durch Vorläufigkeit von Wissenschaft	Interesse an ungelösten Problemen der Wissenschaft, weckt Neugier. Zitat dazu: "Wissenschaft ist der aktuelle Stand des Irrtums"
				Aussage zu ungelösten Problemen zustimmend: Stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen mit neuen darauf auf.
				Motivierend das nichts in der Forschung in Stein gemeißelt ist, sondern immer wieder auftauchen vieler neuer offener Forschungsfragen.
				Metapher mit Faust "Je mehr er weiß, desto weniger weiß er eigentlich" zum Zitat der vielen ungelösten Probleme in der Wissenschaft. Das hinter jeder großen Fragen noch viele kleine Fragen warten ist motivierend.
		Motiviert zum Mitdenken (Forschendes Interesse)	Spannend noch "nicht bewiesene Studien" oder "was könnte sein, wenn" Fragen	
			Spannender über nicht gelöste Probleme zu reden, als über schon gelöste - Förderung Ideenaustausch und Nachdenken	
			Unbekanntes aus der Forschung spannend. Überlegung in Richtung Forschung zu gehen (Berufsperspektive) und spannend mit neuen Wissenschaften (z.B. interdisziplinäres Arbeiten).	
			Interesse an offene Fragen oder Studien zum Mitdenken. Beim Lösen dieser Fragen helfen.	
		Interessensförderung	Häufiger auf nicht Bestätigtes (Aktuelles) fokussieren und nicht nur Bestätigtes (Vergangenes)	Motivierend mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Häufig Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Stattdessen betonen, was wir alles noch erfahren können.
				Interessant nicht nur über Vergangenes, sondern auch Aktuelles, noch nicht Bestätigtes mehr zu erfahren.

Eine spezifische Zusammenstellung von Schüleraussagen zeigt, dass diese viele Chancen in der Integrierung der von Themen wie die Interdisziplinarität von Forschung, den vielfältigen Forschungsprozessen oder den ungelösten Problemen der Wissenschaft sahen. In allen drei Categoriesystemen wurde der Aspekt von Interesse geäußert. Das Integrieren von ungelösten Problemen der Wissenschaft und den vielfältigen Facetten von Forschungsprozessen im Unterricht schienen die Schüler*innen besonders zu motivieren z.B. selbst mitzudenken und aktiv daran teilzunehmen sowie dies z.B. als möglichen Beruf auszuüben. Auch mehr Informationen zur Interdisziplinarität von Forschung und den vielfältigen Forschungsprozessen verbessert nach Meinung der Schüler*innen die Nachvollziehbarkeit von aktueller und moderner Forschung, indem beispielsweise die COVID19-Pandemie als Beispiel für ein notwendiges, wissenschaftliches Verständnis genommen wurde. Als Argumentationsgrundlage für mehr Informationen zu den angesprochenen Themen wurde zudem die Berufsorientierung in Richtung Wissenschaft genannt.

4.8 DEUTUNGSRÄUME zu *Nature of Science*-Aspekten

In Anlehnung an die didaktische Rekonstruktion und die Idee von „Denkfiguren“³² wurde auch in den erhobenen Daten aus den Fokusgruppeninterviews mit Oberstufenschüler*innen und Lehrkräften nach übergeordneten Strukturen in der Wahrnehmung und Argumentation der präsentierten Zitate geschaut. Diese Argumentationen werden in dieser Arbeit als „Deutungsräume“ bezeichnet. Diese Deutungsräume zwischen Lehrer*innen und Schüler*innen können sich auf gleicher oder unterschiedlicher Ebene begegnen. In dem nachfolgenden Kapitel werden Beispiele hervorgehoben, in denen sie sich oft auf unterschiedlicher Ebene treffen und es zu Vermittlungsbedarf z.B. bei Konzepten, Fachwörtern oder Theorien kommen kann. An dieser Stelle kann die fachdidaktische Perspektive ein verbündendes Glied beider Perspektiven herstellen, dessen Aspekte dann z.B. explizit im Unterrichtsmaterial berücksichtigt, erwähnt oder umgangen werden. Im Folgenden werden diese übergeordneten „Deutungsräume“ anhand von Originalzitate der Lehrer*innen und Schüler*innen exemplarisch dargestellt sowie dessen didaktische Konsequenz vor allem in Hinblick auf das zu entwickelnde Unterrichtsmaterial herausgearbeitet.

4.8.1 Interdisziplinarität von Forschung – fächerübergreifendes vs. interdisziplinäre Arbeit

Hinsichtlich des Leitthemas der Interdisziplinarität von Forschung ließen sich unterschiedliche Vorstellungen von Schüler*innen und Lehrer*innen kategorisieren. Unter den Kategorien mit Aussagen der Schüler*innen wurden vermehrt Vorstellungen festgestellt, die unter einer interdisziplinären Arbeitsweise vielmehr eine fächerübergreifende Arbeitsweise aus den Naturwissenschaften verstanden wird, wie die folgenden Zitate exemplarisch belegen sollen³³:

S: „Ja dazu, dass man interdisziplinär zusammenarbeitet, das man meine ich, wenn man sich jetzt Bakterien und deren Lebensraum anschaut, das es jetzt nicht nur Biologie sondern auch Chemie/Physik [ist], das da jetzt auch das mit hineinspielt. Das ist ja eigentlich gegeben. Ja, also ich finde, das ist doch eigentlich klar oder nicht.“ (S3; Z. 258-262)

S: Dementsprechend ist das glaube ich generell so ein Spiel [mit den ungelösten Problemen der Wissenschaft], das immer weitergehen wird und deswegen finde ich auch dieses Interdisziplinäre so cool. Vielleicht auch mal Diskussionen zu hören so mit, keine Ahnung, einem Physiker und einem Biologen, die sich dann über irgendwelche Themen unterhalten, die eine Schnittstelle [haben] und das man einfach mal zuhört, was die so dazu sagen. Einfach mal eine offene Diskussion von denen zu hören und das so zu verfolgen, auch wenn man vielleicht nicht alles versteht, weil es auch sehr spezifisch ist. Das fände ich cool. (B; Zeile 187-192)

Es zeigten sich jedoch auch Aussagen der Schüler*innen, die Interdisziplinarität von Forschung übergreifender ausführten, die z.B. der Zusammenhang mit Philosophie oder Geschichte:

S: Ich glaube, wenn man jetzt dieses Interdisziplinäre konsequent durchdenkt, wäre doch eigentlich der Schluss, dass man so viel lernen könnte, bei einigen Bereichen und auch so viel Interessantes zeigen kann, dass es dann zu spezifisch wird. Dass es dann zu wenig Masse an Menschen gibt, die sich für ein Thema interessieren. Jetzt als Beispiel: Ich persönlich habe ein sehr großes Interesse für das alte Athen, vor allen diese ganzen Philosophen, die da herum gerannt sind. Ich glaube, nicht alle aus meinem Philosophiekurs, geschweige denn aus meiner Klasse, interessieren sich dafür. Wenn man jetzt überlegt wie man das lösen kann, gibt es ja drei Lösungen: 1. Entweder man lässt es. 2. Man macht es auf einem individuellen Level wo jede Schule so viele Kurse und Lehrer einstellt,

³² Denkfiguren sind nach Gropengießer (2003a) übergeordnete Modelle, die zur Erklärung von charakteristischen Zusammenhängen von Vorstellungen dienen. Sie sollen Einblicke in das Verständnis der Interviewten geben, die über ein Individuum hinausgehen und vielmehr eine Gruppe präsentieren. Das können im *Modell der didaktischen Rekonstruktion* Vorstellungen von Schüler*innen im Zusammenhang mit fachwissenschaftlichen Theorien sein z.B. Widersprüche, Begrenztheiten oder Eigenheiten.

³³ Aus Platzgründen wurden die Originalzitate der Lehrer- und Schülerinterviews in den Anhang platziert und die dargestellten Tabellen ab dem Analyseschritt der Generalisierung abgebildet. Für weitere Informationen aus den Originalzitate siehe Anhang E & F

dass es einfach unrealistisch wird. Vor allem weil an keiner Schule so viele Lehrer wie Schüler sind. 3. Oder man löst das Ganze auf und denkt es komplett neu. Beispiel: In einer ganz krassen, wirklich gesellschaftsübergreifenden Änderung der Gesellschaft oder der Art wie wir Lehren denken oder auch einfach Lernen denken; man eine Art riesiges Schulsystem aufbaut wo man entweder über Videokonferenzen oder so ein riesiges Gebäude oder irgendwo in Bayern alle so möglichst viele Schüler an einem Ort hat, die dann auch an solchen spezifischen Kurse Interesse zeigen. Das man als Beispiel auch dieses, doch sehr abstrakte Thema, was ich gerade genannt habe, noch genug Schüler hat, um einen Raum zu füllen. Das wäre dann vielleicht was, gerade bei diesem Interdisziplinären [zu beachten ist]. (...) Und deswegen meine ich ja, dass gerade unsere Art, wie wir gerade unterrichten, nämlich das man sagt: Wir haben eine Ausbildung, wo wir auf etwas hinarbeiten; nämlich Abitur in unserem Fall und dann nachher vielleicht ein Studium und dann nachher Arbeit. Dann ist es natürlich nicht so möglich wie wir das machen. Aber wenn man jetzt so denkt wie einige Websites, ich hab da eine Werbung auf YouTube gesehen von so einer Seite, die so Kurse anbietet. Wenn man die Bildung so denken würde, dass man sich ein ganzes Leben lang bildet, dann könnte man, glaube ich, auch solche andere Bildung durchsetzen. Also auch solche interdisziplinären Themen an der Wissenschaft dran arbeiten. Aber wie schon gesagt, das ist ganz weit von uns entfernt momentan. (M1; Z. 391-418)

In den Daten der Lehrkräfte lassen sich mehrere Aussagen finden, in denen sich das Fach Biologie besonders eignet, um interdisziplinäre Forschung zu vermitteln. Hier lassen sich Beispiele finden, die ein Verständnis von interdisziplinärer Forschung widerspiegeln, das über das Zusammenarbeiten der Naturwissenschaften hinausgeht³⁴:

L: „Um das Interdisziplinäre zu zeigen, finde ich die Biologie sehr prädestiniert, weil die meisten Fortschritte in der letzten Zeit wurden eigentlich nicht erzielt im Rahmen von der klassischen Biologie sondern sehr viele neue Erkenntnisse aus der Biologie, [beispielsweise] die Fortschritte in der Gentechnik, sind fast alle basierend auf der Computertechnik – das die Computer einfach viel mehr leisten können, viel schneller sind. Sicher die Physik spielt auch eine Rolle. Also das Interdisziplinäre ist sehr ausgeprägt in der Biologie und ich finde da sollte man [die Biologie] auch nutzen, um das zu zeigen.“ (L2; Z. 506-511)

Erkenntnisse zum „Deutungsraum“ der Interdisziplinarität: Die Untersuchungen zeigen, dass Schüler*innen ein diverses Bild über Interdisziplinarität äußerten, dass sich teilweise auf die Zusammenarbeit von Naturwissenschaftler*innen beschränkt und in einer Aussage auch darüber hinausgeht. Lehrkräfte äußern z.B. das Verständnis von Interdisziplinarität durch die Zusammenarbeit von Biologie und Informatik oder Physik. Aus Forschungssicht ist der interdisziplinäre Ansatz jedoch sehr etabliert und zudem elementar, um neueste Erkenntnisse zu Metaorganismen zu generieren. Dieser sollte daher in der Vermittlung von moderner, biologisch fundierter Forschung wie die über Metaorganismen integriert werden.

Anknüpfungspunkt zum Unterrichtsmaterial: Wege zur Etablierung von interdisziplinären Arbeitsweisen in der Forschung aufzeigen, indem der Unterschied zwischen interdisziplinären und fächerübergreifenden Arbeiten anhand der Forschung z.B. von Metaorganismen für Schüler*innen verdeutlicht wird.

³⁴ Unter Interdisziplinarität wird in dieser Arbeit primär das Zusammenwirken von Akteuren aus mehr als einer Disziplin verstanden. Die Grenzen der Disziplinen können dabei überschritten werden, aber werden nicht ganz aufgelöst. Das meint zum Beispiel die Arbeit im SFB 1182 von Biolog*innen, Physiker*innen, Informatiker*innen, Fachdidaktiker*innen oder Chemiker*innen an einem übergeordneten Forschungsthema.

4.8.2 Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse – Wahrnehmung vom selbstständigen Arbeiten

Die Ergebnisse zu vielfältigen Forschungsprozessen deuten zudem auf eine unterschiedliche Wahrnehmung vom selbstständigen Arbeiten im Unterricht an. Schüler*innen scheinen sich mehr selbstständiges Arbeiten wie Experimentieren im Unterricht zu wünschen. Sie sehen gewisse Freiheiten bei der Ausgestaltung einer praktischen Aufgabe wie Experimente als selbstständiges Arbeiten an, wenn sie eine Fragestellung bekommen, diese bearbeiten und am Ende der Stunde dies besprochen wurde:

S.: „Also, wir haben gerade ein bisschen [über wissenschaftliche Arbeitsweisen und was uns da Spaß macht und was nicht] besprochen und da waren sich eigentlich alle ziemlich einig, also wie unser Lehrer das auch macht (...) dass das ganz gut ist. Wir machen so eine Mischung aus vielen unterschiedlichen Bereichen. Einmal bringt man eben Experimente und Theorieunterricht mit hinein. (...) Aber dass man vielleicht eben mehr den Schüler selbst lernen lässt und weniger Informationsinput gibt. So dass man eben auch selbst auf Lösungen kommt und das Ganze verfestigt sich dann auch nochmal deutlich besser. Also wenn man sich Dinge auswendig merkt, die bis zur Klausur lernt und dann im Prinzip wieder vergessen hat. (...) Also das man eben bestimmte Problemfragen bekommt und diese dann selbst recherchieren muss. Entweder im Biologiebuch oder aber auch übers Internet.“ (S; Z. 232-241; 255-267)

Währenddessen berichtet die Mehrheit der interviewten Lehrkräfte, dass Schüler*innen selbstständiges Arbeiten wie Experimente dann als gut bewerteten, wenn sie von der Lehrkraft eine Anleitung bekamen und die Lehrkraft am Ende der Unterrichtsstunde das "richtige" Ergebnis des Experiments präsentiert. Lehrkräfte berichteten auch von vielen strukturellen Problemen bei der Umsetzung ihrer Deutung von selbstständigen Arbeiten der Schüler*innen und auf notwendige Veränderungen in der Struktur von Unterricht:

*L: „[Zur Rückmeldung der Schüler*innen], naja, also wie gesagt, die Experimente fanden sie gut, aber meistens nur wenn sie eine Anleitung bekriegt hatten. Ansonsten kam immer „was muss ich denn jetzt hier machen.“ Und so weiter. Und wie gesagt so dieses „ach können sie nicht einfach sagen, wie es geht.“ Das kam leider relativ häufig. So wo ich eigentlich, als ich damals die Fortbildung gemacht hatte, so total begeistert war. Und dachte: Oh, endlich mal eine Fortbildung, die wirklich super thematisch passt und wo ich ganz viel tolles Material habe und gar nicht mehr viel vorbereiten muss. Also wirklich wo ich glücklich mit war. Und irgendwie wo ich dann festgestellt habe, die Schüler denken sich nur so „wie jetzt muss ich schon wieder überlegen, wie ich das machen. Ach Mann, das geht auch einfacher.“ Also es kam einfach nicht so gut an wie gedacht. Aber ich glaube es ist Gewohnheitssache.“ (1.; Z. 488-497)*

Erkenntnisse zum „Deutungsraum“ - Wahrnehmung vom selbstständigen Arbeiten: Die Ergebnisse dieser Studie deuten an, dass sich Schüler*innen und Lehrer*innen unter dem Konzept „selbstständigen Arbeiten in der Schule“ unterschiedliche Dinge vorstellen. Die Kategorien der Schüler*innen und Lehrer*innen lassen die Vermutung zu, dass diese vielmehr ein vorgegebenes Experiment selbstständig durchführen möchten und dies zum Ende der Stunde gemeinsam besprechen möchten. Aus den Kategorien der Lehrkräfte lässt sich herausstellen, dass diese unter „selbstständiges Arbeiten“ im Vergleich zu den Schüler*innen weniger Vorgaben und Lenkung durch die Lehrkraft verstehen und stattdessen mehr eigene Ideen und Reflexionsansätze durch die Schüler*innen.

Anknüpfungspunkt zum Unterrichtsmaterial: Hier könnten vielfältige und authentische Einblicke in Forschungsprozesse anhand der Metaorganismus-Forschung mit Ansatzpunkten und Übungen zum selbstständigen Arbeiten der Schüler*innen verbunden werden. Anhand dieser kleinen Übungen wie das Formulieren von Forschungsfragen oder die Bearbeitung von Forschungsdaten können Reflexionsprozesse bei Schüler*innen zum Forschungsprozess angeregt werden. Eine andere Variante wären Experimente zum selber durchführen sein.

4.8.3 Ungelöste Probleme der Wissenschaft – Wahrnehmung von wissenschaftlichen Erkenntnissen

Beim Thematisieren der Offenheit von Wissenschaft mit ungeklärten Fragen der Wissenschaft befürchten Lehrer*innen vielmehr eine Art von Überforderung auf Seiten der Schüler*innen:

L: „Also ich finde die letzte Aussage: „Es gibt noch so viele Probleme, die zu lösen sind.“ Das ist schon richtig, wenn ich das aber [so] den Schülern [vermitteln] würde, dann wären sie überfordert. Also das würde glaube ich eher zu einer Ablehnung [führen]. Also finde ich schwierig, dass den Schülern so zu sagen. Natürlich muss man das sagen, dass es noch viele Probleme gibt. Aber nicht gleich so als Antwort.“ (L; Z. 310-314)

Bezogen auf Schülerbücher werden diese wissenschaftlichen Ergebnisse vorgefiltert, indem man sich auf die wissenschaftlichen „Tatsachen“ beruht und keine Zeit hat jedes Mal zu erklären, wie man genau zu diesem Ergebnis gekommen ist (höchstens mal exemplarisch in einem Leistungskurs mal für eine Doppelstunde):

L: „Der kritische Umgang mit Ergebnissen; das halte ich persönlich für sehr, sehr wichtig. Weil es ist ja so in der Schule, da wird ja vorgefiltert. Das ist in Deutschland ja ziemlich gut, weil diese Lehrwerke in der Schule, die wir haben, die sind x-Mal geprüft, in der Regel auch von Wissenschaftlern. Manchmal kommt Pseudowissenschaft rein, aber es ist sehr selten in Deutschland. Und die meisten Sachen vermitteln wir eben als Tatsachen und so und so funktioniert es und aus diesem Grund. Wie man zu den Erkenntnissen gekommen ist, kann man zeitlich auch wieder nicht jedes Mal zeigen und deshalb will ich auch da sagen, wenn es irgendwie geht, insbesondere bei einem Leistungskurs, sollte das exemplarisch auch mal eine Doppelstunde oder so drauf verbracht werden, das den Schülern nahe zu bringen. Und da sind wir wieder bei dem ganzen Prozess: "Wie wird neue Erkenntnis gewonnen, wie wird eben auch wieder etwas verworfen, was ich nicht halten kann?" Aber ich sage exemplarisch. Ich würde sagen, dass macht man einmal und dann sagt man das: „Die anderen Sachen, die wir euch beibringen, die sind auch so entwickelt wurden, aber im Schulunterricht kriegt ihr das vorgefiltert. Da kriegt ihr nur die Sachen, die schon mal getestet wurden. Die heute als Tatsachen gelten und fertig.“ Wie es dazu kam, das kann man nicht bei jeder Sache machen. Das ist absolut ausgeschlossen.“ (K; Z. 543-556)

Die interviewten Schüler*innen finden dagegen gerade ungelöste Probleme abseits der "Tatsachen" motivierend, weil sie immer das Gefühl haben sie können gar nichts mehr herausfinden, weil wir schon alles wissen oder zu früh sind um andere Dinge zu wissen:

S: Deswegen ist das Zitat selbst sehr interessant, weil, also das „wir wissen viel“ und so, weil das wieder auf einen ganz klaren Punkt hinweist: Wie unsere Generation, ich und alle anderen, die hier dabei sind – eigentlich ihr auch, wenn man es genau nimmt, sind zu spät geboren wurden um jetzt solche Sachen zu entdecken wie zum Beispiel Amerika oder den eigentlichen Ozean zu erforschen im sinnvollen Sinne und nicht einfach, um ein paar Spezies zu entdecken. Wir sind aber gleichzeitig auch zu früh dafür geboren wurden, um den Weltraum zu erkunden oder auf dem Mars zu wohnen. Und deswegen ist es auch ganz wichtig immer zu betonen: wir wissen halt einfach wirklich gar nichts. Ich meine wir, wir wussten auch nicht, dass es wirklich funktioniert im Weltraum Organe zu wachsen. (...) Und was ich so interessant finde an der Sache, die sie geschrieben haben, dass sie daran ja schon forschen. In einem ähnlichen Artikel stand auch, da stand irgendwie drunter als Kommentar auf der Seite, dass die jetzt auch schon seit, ich glaube, mittlerweile 40 Jahren auf der Erde dabei sind sowas zu erforschen. Weil man schon relativ lange weiß, dass es Stammzellen gibt, man weiß was die machen, aber man weiß eben nicht wie man daraus was sinnvolles machen kann und dann fand ich ganz interessant, dass man da auch gerade, nicht nur bei der Biologie oder der Erforschung von Bakterien von Lebewesen, sondern auch bei anderen wissenschaftlichen Bereichen von denen man denkt wir wissen sehr viel, es kaum wirklich Wissen oder Informationen oder wissenschaftliche Forschung gibt. Selbst bei solchen Themen, die jetzt da nicht dabei sind wie zum Beispiel Webdesign. Wo einfach Suchalgorithmen dabei sind oder auch Algorithmen an sich oder Maschinen. (...) Also ich finde es natürlich, wie S. gesagt hat, sehr motivierend, weil, wie bereits erwähnt, zu früh für den Weltraum zu spät für die Welt. (Ml; 299-333)

Das Schülerverständnis zur Forschung deutet auf Grundlage der Schüler*innenaussagen an, dass alles was sie im Unterricht behandeln schon vergangen und für sie 'gesichertes Wissen' ist. Sie lernen wissenschaftliche Inhalte und Prozesse als Fakten von „absoluter Wahrheit“ kennen und nicht als aktueller Stand der Forschung, der sich auch nochmal ändern kann. Sie nehmen dies als "Tatsachen" wahr, was aber aus wissenschaftlicher Seite keine "Tatsachen" sind, sondern der aktuelle Stand von Wissen auf Grundlage wissenschaftlichen Untersuchen und Evidenz. Man geht von diesem Wissensstand aus, bevor andere wissenschaftliche Erkenntnisse dieses vielleicht widerlegen. Viele Schüler*innen finden dahingehend „aktuelle“ Forschung sehr motivierend und interessant, weil sie hier noch das Gefühl haben wirklich mitzudenken und dass ihre Meinung hier zählt, zum Beispiel in Richtung der Berufsorientierung:

S: „Also wir haben uns auch jetzt ein bisschen darüber unterhalten und ich glaube so das Hauptthema ist vor allem das die Dinge, die man noch nicht weiß oder worüber noch nicht viel geforscht wurde, sind eben ja gerade im Wachsen und da geht ja eben auch das Interesse in die Richtung. Gerade weil man vielleicht auch selbst jetzt noch überlegt, was man machen sollte. In welchen Berufszweig oder ob man eben auch ins Forschen gehen sollte. Dann geht das Interesse häufig eher in die Richtung unbekannter Gebiete, indem vermeintlich wohl eher noch mehr zu finden ist. Wobei in jedem wissenschaftlichen Bereich natürlich auch noch viele Dinge unbekannt sind. Aber gerade in neu entstehende Wissenschaften, wurde jetzt hier besprochen, dass da viel Interesse besteht.“ (S; Z. 134-142)

Andere Schüler*innen bestätigen diese Annahmen, indem sie es klar motivierend finden das Potenzial für Forschung und das Entdecken von neuen Dingen viel stärker zu betonen:

S1: „Also zum letzten Zitat [mit den vielen ungelösten Problemen der Wissenschaft]: Ich finde, das ist ganz klar motivierend. Weil wenn man sich ansieht, wie viel wir in der Schule lernen oder mit was für Dingen oder Erkenntnissen wir aufwachsen, hat man immer das Gefühl: Wo will man denn jetzt noch hin oder wo will man denn jetzt noch mehr herausfinden? Auch ist die Frage, ob wir überhaupt alles wissen können, ob es nicht außerhalb unserer Erfassungsweite liegt. Aber wenn man sich anguckt, dass Leute schon vor 200 Jahren gesagt haben, dass sich die Physik nicht mehr weiterentwickelt oder sowas, dann finde ich müsste das mal eigentlich öfter gesagt werden, weil das dann sehr motivierend ist“ (S; Z. 251-257)

S2: „Ja. Also ich spreche für mich; C. nickt auch schon. Ich glaube wir finden es sehr interessant, auch nicht nur dann Vergangenes, was schon bestätigt ist, sondern auch Aktuelles, was noch nicht bestätigt ist oder widerlegt wird und sich darüber Gedanken zu machen, finde ich persönlich ziemlich interessant.“ (A; Z. 157-160)

Erkenntnisse zum „Deutungsraum“ – Wahrnehmung von wissenschaftlichen Erkenntnissen: Die Auswertung des Kategorieensystems macht deutlich, dass eine gebildete Kategorie in Bezug auf die Lehrkräfte vielmehr wissenschaftliche Erkenntnisse als „Tatsachen“ wahrnehmen, die dann in Schulbücher überführt werden. Hier wird als Grund die mögliche Überforderung auf Seiten der Schüler*innen gegeben, ungelöste Probleme der Wissenschaft im Schulkontext zu thematisieren. Dem gegenüber steht die Kategorie von Schüler*innen, die die Schulbuchinhalte als gesichert wahrnehmen und als Gründe dafür „schon bestätigte Forschung“, die nach Meinung der Schüler*innen noch wenig mit aktueller und „noch nicht bestätigter Forschung“ zu tun hat.

Anknüpfungspunkt zum Unterrichtsmaterial: Ein fachdidaktischer Ansatzpunkt könnte sein, das Vorgehen wissenschaftlichen Arbeitens näher zu beschreiben, insbesondere das Thematisieren der Offenheit von Wissenschaft mit dem Faktor der gewissen Unsicherheit. Ein Vermittlungsansatz wäre das Darstellen von Qualitätskriterien für die Wissenschaft selber, im Umgang mit den aktuellen Forschungserkenntnissen und wie darauf aufgebaut wurde.

Ein weiterer Vermittlungsansatz wäre das Erarbeiten von Kriterien, anhand derer die Schüler*innen verschiedene Beispiele in der Wissenschaft und dessen Produkte nach dem Grad an „gesicherterem Wissen“ beurteilen können und dabei ihre Entscheidungen begründen. Hier soll das Ziel sein, dass Schüler*innen ein Bewusstsein für wissenschaftliches Arbeiten und deren Kriterien bekommen (z.B. Durchführung der Experimente, Fundierte Ergebnislage, Auftraggeber, Bestätigung der Ergebnisse durch viele Forschungsgruppen).

4.8.4 Ungelöste Probleme der Wissenschaft – Unsicherheit der Lehrkraft vs. Schülerinteresse

Schüler*innenaussagen zu ungelösten Fragen der Wissenschaft lassen sich der Kategorie „Motivation“, indem ihr forschendes Interesse geweckt wird und sie noch aktiv etwas bewirken können, anstatt nur über "Tatsachen zu sprechen":

S1: „Die Dinge, die man noch nicht weiß, sind gerade wachsend, daran besteht großes Interesse, weil man ja später selber auch überlegt, was man machen möchte, und es ist gut zu hören, dass es noch viel Potenzial für Forschung gibt.“ (S; Z. 134-136)

S2: „Und dazu auch noch. Das natürlich auch einige Sachen, die jetzt zumindest erkannt wurden und vielleicht auch belegt wurden teilweise, vielleicht auch im nach hinein als falsch erwiesen werden. Weil so sind wir ja auch, also wir stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen sozusagen neue Forschungsergebnisse auf. Auf denen dann wieder andere aufgebaut werden. Das macht schon Sinn, also die Aussage macht schon Sinn.“ (S5; Z. 337-341)

Lehrkräfte dagegen verdeutlichen diesen Aspekt nach eigenen Aussagen nicht so gerne in ihrem Unterricht, weil sie es einerseits als zu zeitaufwändig empfinden sich auch noch darüber zu informieren und weil sie selber darauf keine "richtige" Antwort haben und damit möglicherweise ihre Souveränität und Kompetenz im Klassenzimmer gefährden könnten:

L: „Also ich finde dieses letzte Zitat [zu den noch vielen ungelösten Problemen in der Wissenschaft]. Also das ist das, was mir am ehesten spannend finde, weil genau das finde ich nämlich auch. Dass dieses bei den Schülerinnen und Schülern nicht klar ist. Also, weil wir das als Lehrkräfte auch nicht gern klar machen. Also ich gehe jetzt mal davon aus, so der gemeine Lehrer glaubt: 'Ich habe ganz viel studiert, ich habe ganz viel gelernt, jetzt bin ich fertig und jetzt bringe ich das den Schülerinnen und Schülern bei'. Und diese Idee und diese Haltung, also ich erfahre das in dem Schulkontext, in dem ich selber arbeite und es ist so schwierig da herauszukommen. Weil natürlich und [das] kann ich auch verstehen. Schule ist einfach eine wahnsinnig stressige Geschichte. Also man rauscht da herein, hat 50.000 Sachen am Tag zu tun und rauscht da wieder heraus. (...) Aber letztendlich das wir da eigentlich hinbringen könnten, noch viel mehr, ist [als] das. Wir erzählen immer, dass wir fürs Leben lernen, aber ich glaube wir müssten es vielmehr mit den Schülern leben. Damit sie es erkennen. Weil das ist nämlich was, was den Schülern nicht klar ist. Die denken immer: 'In der Wissenschaft, was forschen die denn da eigentlich noch? Wir wissen doch schon alles'. Und das ist, also ich versuche das mehr und mehr in meinem Unterricht anzubinden. Wenn die Schüler halt, also die müssen das ja auch aushalten: 'Was es gibt jetzt keine richtige Lösung? Das ist jetzt aber komisch. Was ist denn jetzt richtig. Ja, weiß ich nicht. Keine Ahnung, wir können ja jetzt spekulieren.' - Das ist total komisch für Schülerinnen und Schüler. Die werden da besser, aber das würde ich immer noch sehr in den Vordergrund stellen wollen. Gerade in den Naturwissenschaften.“ (2; Z. 312-331)

Erkenntnisse zum “Deutungsraum“- Unsicherheit der Lehrkraft vs. großes Schülerinteresse: Die Aussagen von Lehrkräften lassen sich Kategorien zuordnen, in denen sie es wichtig empfinden ein authentisches Bild von Wissenschaft mit vielen ungelösten Problemen zu vermitteln, aber gleichzeitig wurden Kategorien gefunden, in denen Lehrkräfte aus Zeitgründen oder Bedenken zur Thematisierung wie der Unsicherheit dies nicht in ihrem Unterricht stärker thematisieren. Hinsichtlich der Aussagen der Schüler*innen lassen sich Kategorien zuordnen, in denen ein großes Schüler*inneninteresse bezüglich dieser Themen aufkam und den Umgang mit den Erkenntnissen.

Vermittlungsziel für das Unterrichtsmaterial: Hier könnte im ersten Schritt allgemein das Vorgehen wissenschaftlichen Arbeitens näher beschrieben werden, bei dem insbesondere die Offenheit von Wissenschaft thematisiert wird. Ebenfalls sollten offene Forschungsfragen thematisiert werden, bei denen zum Beispiel eine Handreichung an die Lehrkräfte mit vertieften Informationen zu den offenen Forschungsfragen dazu verhelfen kann, dass einerseits die Lehrkräfte ihre Souveränität vor der Klasse behalten und sich sicherer beim Unterrichten dieser Themenschwerpunkte fühlen und andererseits Schüler*innen motiviert sind hier mitzudenken und aktiv den Unterricht gestalten.

4.9 FAZIT – Fokusgruppeninterviews zu *Nature of Science*-Aspekten

4.9.1 Fazit zur Interdisziplinarität von Forschung

Zusammenfassend diskutierten Schüler*innen und Lehrer*innen beim Aspekt der Interdisziplinarität von Forschung vor allem über die schulische Wahrnehmung und Umsetzung. Dabei zeigen sich in den Schüler*innenaussagen qualitative Unterschiede in der Diskussion über die schulische Wahrnehmung und deren Chancen im Unterricht wie z.B. das Interesse an aktueller Forschung oder die bessere Nachvollziehbarkeit ebendieser. Lehrkräfte diskutierten primär über die schulische Umsetzung und deren Hindernisse zur Etablierung im Unterricht oder methodischen Herangehensweisen. Die differenzierte Analyse innerhalb der Lernendenaussagen und Lehrkräfteaussagen hat ergeben, dass Schüler*innen die Integration von interdisziplinärer Forschung im Unterricht als notwendig und sinnvoll ansehen. Zudem liefern sie Ansätze zur Umsetzung eines Gesprächsformats zwischen Wissenschaftler*innen, der Einbindung von historischen Beispielen oder der Umstrukturierung von Unterricht. Lehrkräfte argumentierten hingegen, dass Biologie ein besonders passendes Beispiel zur Vermittlung interdisziplinärer Forschung ist, aber sehen noch große Hürden bei sich selbst (fachliche Unsicherheiten, fehlende Qualifikation) und den strukturellen Gegebenheiten (fächerübergreifende Konzepte, Curriculum) in

der schulischen Umsetzung. Am auffälligsten zeigt sich, dass aus Forschungssicht nicht klar ersichtlich wird, was Schüler*innen unter Interdisziplinarität verstehen und setzen dies den Aussagen zufolge vielmehr mit fächerübergreifenden Arbeiten gleich. Die Aussagen der interviewten Lehrkräfte deuten an, dass heterogene Vorstellungen über die Interdisziplinarität von Forschung vorherrschen. Einige Lehrkräfte äußern zum Konzept der Interdisziplinarität Vorstellungen wie sie auch in der interdisziplinären Forschung umgesetzt werden. Obwohl in der Vorstellungsforschung von Lernenden und Lehrkräften der Aspekt von interdisziplinärer Forschung wenig bis gar keinen Einzug erhalten hat, decken sich die Ergebnisse zur Zusammenarbeit in der Forschung etwa der Arbeiten von Hötteke und Höpf (2018), bei der Forschung vielmehr als Einzelarbeit wahrgenommen wird oder mit Arbeiten von Hammann und Asshoff (2014), indem die sozialen Aspekte von Forschung wenig in naturwissenschaftlichen Unterricht behandelt werden. Zur Zusammenarbeit von Forschung lassen sich jedoch vereinzelt Vorstellungen finden, die die internationale Zusammenarbeit etwa während der COVID19-Pandemie betonen, aber nicht näher charakterisieren. Einige Lehrkräfte sprechen dahingehend vielmehr die dringend notwendige Zusammenarbeit unterschiedlicher Bereiche der Biologie an oder weitergehend der Naturwissenschaften untereinander. Die Ergebnisse deuten somit an, dass der Aspekt von Interdisziplinarität eine untergeordnete oder gar keine Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht zum Vermitteln einer *scientific literacy* zu spielen scheint. Während diese Art der vernetzten Arbeitsweise in der Forschung mittlerweile als sehr etabliert angesehen werden kann, werden diese vielfältigen Facetten von Forschung demnach noch wenig im Schulunterricht als auch im Forschungsdiskurs thematisiert. Für das zu gestaltende Unterrichtsmaterial wäre es dahingehend sinnvoll, Beispiele für interdisziplinäre Forschung zu integrieren, indem Schüler*innen diesen Aspekt der interdisziplinären Forschung definieren, analysieren und selbst auf ein Beispiel übertragen. Dies kann die Abgrenzung zu anderen Arbeitsweisen erleichtern und einen authentischen Einblick in aktuelle Forschung und ihre Besonderheiten liefern.

4.9.2 Fazit zur Vielfalt wissenschaftlicher Prozesse und ihrer Darstellung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass vielfältige Forschungsprozesse von Schüler*innen und Lehrer*innen in Hinblick auf ihre Herausforderungen wie strukturelle Hindernisse oder das Fördern zum selbstständigen Arbeiten diskutiert wurden. Hinsichtlich der Zugänge wurde etwa über das Einbinden historischer Beispiele, den Dialog mit Wissenschaftler*innen oder über Misserfolge in der Wissenschaft gesprochen; bezogen auf Chancen wurde über motivationale Faktoren oder beispielsweise die Möglichkeiten zur Berufsorientierung debattiert. Hinsichtlich der Verteilung der gegebenen Antworten wurden Herausforderungen primär von Lehrkräften angesprochen, Chancen hingegen ausschließlich von Schüler*innen. Bei den Zugängen lässt sich ein heterogenes Antwortverhalten beider Gruppen feststellen. Hinsichtlich des getrennten Kategoriensystems von Lernendenaussagen deutet sich an, dass diese sehr daran interessiert sind, mehr über Forschungsprozesse zu erfahren und auch viele Ideen nennen, wie man diese konkret im Unterricht umsetzen kann und welche Chancen dies für sie bietet. Bei der getrennten Analyse der Antworten von Lehrkräften fällt auf, dass sich diese hinsichtlich der vielfältigen Forschungsprozesse mehr didaktisch gut ausgearbeitetes Unterrichtsmaterial wünschen, aber auch Hindernisse bei der Komplexität des Themas oder der zusätzlichen Integration im Unterricht von schon sehr "vollen" Curricula erkennen. Die Äußerungen über vielfältige Forschungsprozesse deuten an, dass vor allem kognitiv-epistemische Facetten von Forschung im Unterricht behandelt werden und weniger die sozialen Aspekte von Forschung, wie es auch andere Forschende wie Hammann und Asshoff (2014) herausfanden. Hinsichtlich der Herausforderungen zur Umsetzung von vielfältigen Forschungsprozessen verweisen Lehrkräfte auf die zu vollen Curricula und ähnlich wie bei Öberg et al. (2022) auch auf Schulbücher mit "biologischen Fakten" als Grundlage für den Schulunterricht, was zu einem verfälschten Bild von naturwissenschaftlicher Forschung bei Schüler*innen führen kann, wie es Abd-El-Khalick et al. (2017) betont und wie es sich auch in dieser Untersuchung in Ansät-

zen zeigt. Die Thematisierung anderer Aspekte von Forschung wie etwa Misserfolge in der Wissenschaft wird bei Schüler*innen als teils notwendiger Schritt für ein authentisches Verständnis von Wissenschaft angesehen und von Lehrkräften bekräftigt, dass dies wünschenswert, aber aufgrund von Zeitmangel, mangelnden Unterrichtsmaterialien oder zu vollen Curricula schwer umzusetzen sei. An dieser Stelle können außerschulische Lernorte wie der Darwintag stärker die Person des Forschenden fokussieren und Schüler*innen ermöglichen, als Ergänzung zum Unterricht authentische Einblicke in Forschung auch außerhalb der kognitiv-epistemischen Aspekte zu erhalten. Hinsichtlich des Konzeptes zum "selbstständigen Arbeiten" im Unterricht lassen sich unterschiedliche Deutungen für das gleiche Konzept je nach Schüler*innen und Lehrer*innen ausmachen, das auch strukturelle Gründe offenbart.

Das zu entwickelnde Unterrichtsmaterial zu vielfältigen Forschungsprozessen weist damit aus Sicht von Lernenden und Lehrenden Interesse auf, das jedoch sehr gut im Curriculum verankerbar sein sollte, damit es als Ersatz zu etwas anderem gilt und nicht als etwas Neues und Zusätzliches wahrgenommen wird. Hinsichtlich der Vermittlung können unterschiedliche Herangehensweisen wie die vorgeschlagenen Zugänge mit Bildern, Grafiken, Spielen oder Texten das als komplex empfundene Thema etwas leichter zugänglich darstellen. Bei den Aufgaben könnte einerseits die Selbstständigkeit der Schüler*innen beim Forschen schrittweise unterstützt werden und andererseits viele Einblicke dazu verhelfen, ein vielfältiges und vernetztes Wissenschaftsverständnis im Sinne der *scientific literacy* aufzubauen, was auch Forschende wie Abd-El-Khalick (2020) fordern. Diese Fokussierung von NOS könnte zusätzlich durch explizite Aufgaben oder eine Lehrerhandreichung ergänzt werden, wie es etwa Brunner und Abd-El-Khalick (2020) vorschlagen und McComas et al. (2020) mit dem Hinweis auf mangelndes Unterrichtsmaterial in diesem Bereich bekräftigen.

4.9.3 Fazit zu ungelösten Problemen in der Wissenschaft

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Aspekt der ungelösten Probleme in der Wissenschaft vor allem auf Ebene der Herausforderungen diskutiert wurde. Es wurden dahingehend Kategorien wie der Zeitmangel oder dieses Thema als komplexes Thema für Schüler*innen zugeordnet. Zudem wurden Chancen diskutiert, hierzu wurden Kategorien wie das Steigern von Interesse und Motivation zum Thema von Schüler*innen und Lehrer*innen gebildet. Dabei diskutierten Lehrer*innen fast ausschließlich über die Herausforderungen, dies im Unterricht zu besprechen und die Schüler*innen fast ausschließlich über die Chancen von ungelösten Problemen in der Wissenschaft zu sprechen. Die separate Analyse von Lernendenaussagen ergab, dass einige diese Herausforderungen auch sehen und benennen können, aber vielmehr das Potential sehen mitzudenken und nicht nur schon "Bestätigtes" in Schulbüchern zu lernen, sondern vielmehr Aktuelles und noch nicht "Bestätigtes" lernen, was das Interesse oder die Motivation durch eine aktive Komponente fördern kann. Bezüglich der Lernendenaussagen deuten sich ähnliche Vorstellungen wie bei Driver (2006) und Grygier (2008) an, indem naturwissenschaftliche Erkenntnisse in vielen Fällen als "bestätigt", "unabänderbar" und für Schüler*innen als gesichert gelten, aber dies nicht der Forschungsrealität entspricht. Dies bestätigten auch die Aussagen der Lehrkräfte, ebenso wie die Referenz auf Schulbücher und ihr Betonen des Kreislaufs der Erkenntnisgewinnung zu NOS-Aspekten. Lehrkräfte fokussieren sich dagegen auf die Herausforderungen zum Thema und finden das Thema ebenfalls häufig persönlich spannend, aber sehen auch viele Hürden. Zentral zu nennen ist die mögliche kognitive Überforderung von Schüler*innen, aber auch strukturelle Hindernisse durch Zeitmangel und vielmehr einer Unsicherheit der Lehrkraft, die Souveränität gegenüber der Klasse zu verlieren durch das Fehlen der "richtigen" Antwort. Hinsichtlich der vielfältigen Antworten der Lehrkräfte zeigen sich Tendenzen, dass Themen wie die ungelösten Probleme von Wissenschaft wenig im Biologieunterricht und höchstwahrscheinlich im Studium behandelt werden. Eine Lehrkraft deutet daraufhin an, dass sie dies vielmehr in ihrem zweiten Fach "Philosophie"

thematisiert wird. Diese Aussagen weisen Ähnlichkeiten zu den Studienergebnissen von Akgun und Kaya (2020) auf, da vielfältigere Betrachtungsweisen von Wissenschaft oft gar nicht aus der Naturwissenschaft direkt entstehen, sondern politische, wirtschaftliche oder soziale Komponenten von nicht-naturwissenschaftlichen Fächern dies stark prägen können. Hinsichtlich der Begrifflichkeiten nannten Lehrkräfte häufig die Informationen aus Schulbüchern "Tatsachen" oder "Fakten", was dem vorläufigen Charakter von wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht Rechnung trägt, wie es schon im oberen Abschnitt nach Öberg et al. (2022) und Abd-El-Khalick et al. (2017) diskutiert wurde.

Da ungelöste Probleme der Wissenschaft und die Offenheit von Wissenschaft ein zentrales Merkmal darstellen, sollten dieses ebenfalls im Unterricht stärker betont werden. So können Unterrichtsmaterialien zum einen Einblicke in aktuelle Themen liefern und Ansätze zum Diskutieren bieten. Zum anderen sollten Lehrkräfte jedoch Anknüpfungspunkte zum geleiteten Diskutieren zur Verfügung stehen oder Hintergrundinformationen bekommen, um die Ideen der Schüler*innen in den aktuellen Gesamtkontext einordnen zu können, z.B. durch eine Handreichung. Eine weitere Methode zur Vermittlung von Aspekten über Forschung wäre eine Darstellung von Informationen, die als "gesichteter" gelten und woran momentan gearbeitet wird. Der Vergleich von früheren Annahmen zu heute kann den wissenschaftlichen Fortschritt für Schüler*innen sichtbar machen, ohne ein Bild von feststehenden "Fakten" entstehen zu lassen.

4.10 VERBRÜCKENDE DESIGNRICHTLINIEN zu *Nature of Science*-Aspekten

Die folgenden Designrichtlinien formen sich aus den Ergebnisauswertungen der Wissenschaftler*innen, Schüler*innen und Lehrer*innen der zweiten Studie (Design und Konstruktion) und dienen als Grundlage für die didaktische Begleiteinheit zum Darwintag an der CAU Kiel.

Als theoretischer Rahmen der Entwicklung von Designrichtlinien dienten die Forschungsarbeiten von Kali (2008) sowie die Arbeiten zu "Design Research in Education" von Artur Bakker (2018), in dem der Ansatz von Kali (2008) ausführlicher geschrieben und diskutiert wurde. Der Orientierungsrahmen bei den Designrichtlinien nach Kali (2008) sieht drei Abstraktionsebenen vor: Meta-Designrichtlinie (was soll übergeordnet vermittelt werden), Pragmatische Designrichtlinie (wie soll das zu Vermittelnde damit konkreter bei der Zielgruppe erreicht werden) und Spezifische Designrichtlinie (wie kann dies konkret im Unterrichtsmaterial aussehen und umgesetzt werden). Ausgehend von diesem Forschungsrahmen und den Forschungserkenntnissen der 2. Studie wurden die folgenden Designrichtlinien evidenzbasiert entwickelt. Zur Erläuterung der forschungsbasierten Entwicklung aus den Aussagen der Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Schüler*innen werden diese im Anschluss der Tabelle erläutert.

Tabelle 43. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der Interdisziplinarität von Forschung

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Designrichtlinien zur Interdisziplinarität von Wissenschaft
Meta Designrichtlinie:	Vermittlung eines grundlegenden Verständnisses von interdisziplinärer Forschung anhand der Metaorganismus-Forschung.
Pragmatische Designrichtlinie:	Ein besseres Verständnis über interdisziplinäre Forschung erlangen, weil diese etablierte Arbeitsweise in der Forschung dazu verhilft komplexe und zukunftsorientierte Probleme unserer Gesellschaft besser lösen zu können und dieses noch zu wenig in Schule integriert ist.

Spezifische Designrichtlinie 1*:	Authentische Einblicke in die interdisziplinäre Forschung durch ein*er aktiv Forschender*n im Feld der Metaorganismen geben, die den Unterschied zwischen interdisziplinären und anderen Arbeitsformen wie dem fächerübergreifenden Arbeiten verdeutlichen z.B. durch Schaubilder, Praxisbeispiele und Erläuterungen grundlegender Strukturen.
Spezifische Designrichtlinie 2:	Durch Schaubilder und Grafiken grundlegende Strukturen interdisziplinärer Arbeitsweisen in der Metaorganismus-Forschung für Schüler*innen sichtbar machen sowie eigenständig anfertigen.
Spezifische Designrichtlinie 3:	Interessensfördernde Formate für Schüler*innen auf persönlicher Ebene integrieren, wie Gesprächsformate mit Wissenschaftler*innen z.B. in Form einer Diskussion zweier zusammenarbeitender Wissenschaftler*innen unterschiedlicher Fachrichtungen in der Metaorganismus-Forschung.
Spezifische Designrichtlinie 4:	Zur Vertiefung: Für authentische Einblicke von moderner Biologie Videos mit interviewten Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung in den Unterricht integrieren, die Schildern, wie sich immer mehr ein neues Verständnis von moderner Biologie und Medizin formt, das ganzheitliche Betrachtungsformen und Arbeitsweisen nutzt. Anschließend in der Klasse diskutieren, wie sich dieses von der momentanen Arbeitsweise in Biologie unterscheidet.

*die grün markierten Bereiche in dieser und darauffolgenden Tabellen sind die spezifischen Designrichtlinien, die auch im entwickelten Unterrichtsmaterial konkret umgesetzt wurden.

Im Folgenden werden die entwickelten Designrichtlinien mit den Forschungsergebnissen der zweiten Studie in Verbindung gebracht und anhand dieser begründet:

Meta Designrichtlinie: Vermittlung eines grundlegenden Verständnisses von interdisziplinärer Forschung anhand der Metaorganismus-Forschung.

Erläuterung: Für Forscher*innen der Metaorganismus-Forschung ist die interdisziplinäre Arbeitsweise eine zentrale Arbeitsform in ihrem Forscheralltag, die nach den analysierten Aussagen der Schüler*innen und Lehrer*innen noch zu wenig verstanden wird bzw. im Schulunterricht integriert wird (siehe Tabellen 29-32 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Um authentische Einblicke in wissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen der modernen Forschung zu vermitteln, benötigt es daher eine Vermittlung der interdisziplinären Arbeitsweise.

Pragmatische Designrichtlinie: Ein besseres Verständnis über interdisziplinäre Forschung erlangen, weil diese etablierte Arbeitsweise in der Forschung dazu verhilft komplexe und zukunftsorientierte Probleme unserer Gesellschaft besser lösen zu können und dieses noch zu wenig in Schule integriert ist.

Erläuterung: Die Ergebnisse der Fokusgruppeninterviews geben erste Hinweise darauf, dass Schüler*innen und teilweise auch die Lehrer*innen interdisziplinäre Arbeitsweisen mit anderen Arbeitsweisen wie fächerübergreifenden Arbeiten in verschiedenen Kontexten wie Forschung oder der Schule gleichsetzen (siehe Kategoriensystem 29-32 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Hier besteht jedoch ein großer Unterschied, der anhand verschiedener Facetten der Metaorganismus-Forschung verdeutlicht werden kann. Die Vermittlung dieser Facette wissenschaftlichen Arbeitens kann somit einen Beitrag zur Kompetenzerweiterung eines vielfältigen und vernetzten Wissenschaftsverständnisses bei Schüler*innen bilden im Sinne der *scientific literacy* aktueller und zukunftsweisender Herausforderungen für die Gesellschaft.

Spezifische Designrichtlinie 1: Authentische Einblicke in die interdisziplinäre Forschung durch ein*er aktiv Forschender*n im Feld der Metaorganismen geben, die den Unterschied zwischen interdisziplinären und anderen Arbeitsformen wie dem fächerübergreifenden Arbeiten verdeutlichen z.B. durch Schaubilder, Praxisbeispiele oder persönliche Erlebnisse.

Erläuterung: Zur Veranschaulichung von interdisziplinärer Forschung kann ein Praxisbeispiel einer*s aktiv Forschenden dazu dienen, die von Lehrer*innen als komplexes Thema beschriebene Thematik leichter zugänglich zu machen. Indem ein Forscher oder eine Forscherin von ihrem Arbeitsalltag erzählen, können authentische Einblicke in Arbeitsstrukturen hergestellt werden.

Spezifische Designrichtlinie 2: Durch Schaubilder und Grafiken grundlegende Strukturen interdisziplinärer Arbeitsweisen in der Metaorganismus-Forschung für Schüler*innen sichtbar machen sowie eigenständig anfertigen.

Erläuterung: Um weitere Einblicke in interdisziplinäre Arbeitsweisen von Wissenschaftler*innen geben zu können, äußerten Lehrer*innen die Befürchtung, dass die Veranschaulichung von interdisziplinären Arbeitsweisen in der Forschung kognitiv sehr fordernd für die Schüler*innen sein kann (siehe Kategoriensysteme 29-32 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Eine Möglichkeit die kognitive Belastung zu senken, könnte das schrittweise Heranführen der Schüler*innen an interdisziplinäre Forschung sein etwa durch die Beschränkung dieses Konzeptes auf einen Aspekt oder das Einführen eines Beispiels, das nah an der Lebenswelt der Lernenden ist. Hinsichtlich der Einblicke in Forschungsprozesse wünschen sich Lehrer*innen neben medialen Aspekten wie Filme auch graphisches Material wie Schaubilder (siehe Kategoriensysteme 29-32 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Beide Aspekte sollten sowohl von Schüler*innen eigenständig angefertigt werden als auch durch Bilder zum Analysieren einladen.

Spezifische Designrichtlinie 3: Interessensfördernde Formate für Schüler*innen auf persönlicher Ebene integrieren, wie Gesprächsformate mit Wissenschaftler*innen z.B. in Form einer Diskussion zweier zusammenarbeitender Wissenschaftler*innen unterschiedlicher Fachrichtungen in der Metaorganismus-Forschung.

Erläuterung: Um weitere Einblicke in interdisziplinäre Arbeitsweisen von Wissenschaftler*innen geben zu können, kam bei den Interviews von Schüler*innen und Lehrer*innen der Wunsch auf, dass persönliche Formate z.B. Gesprächsformate zur Veranschaulichung interdisziplinärer Forschung ein Format zur Interessensförderung sein kann, wie es z.B. der Darwintag ermöglicht oder Besuche von Wissenschaftler*innen an Schulen. Lehrer*innen ist es dabei wichtig zu betonen, dass Wissenschaftler*innen authentische Einblicke in ihrem Forscheralltag geben sollten und von Schüler*innen als „ganz normale Menschen“ wahrgenommen werden (siehe Kategoriensystem 29-32 sowie Anhang J für detailliertere Informationen).

Spezifische Designrichtlinie 4: Zur Vertiefung: Für authentische Einblicke von moderner Biologie Videos mit interviewten Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung in den Unterricht integrieren, die Schildern, wie sich immer mehr ein neues Verständnis von moderner Biologie und Medizin formt, das ganzheitliche Betrachtungsformen und Arbeitsweisen nutzt. Anschließend in der Klasse diskutieren, wie in der Forschung heutzutage gearbeitet wird.

Erläuterung: Lehrer*innen deuteten teilweise an, dass sie das Gefühl haben in Schulbüchern vielmehr ein verzerrtes Bild von Arbeitsweisen in der Wissenschaft herauszulesen (siehe Tabellen 33-36 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Anhand der Videos können Ansätze eines modernen Bildes von Arbeitsformen der Wissenschaft nähergehend gezeigt werden, die Wissenschaftler*innen direkter

an Teile der Gesellschaft übermitteln können. Diese Videos sind z.B. Vorträge der letzten Darwintage auf YouTube oder Interviews auf der Website des Sonderforschungsbereiches 1182.³⁵

Tabelle 44. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der vielfältigen Forschungsprozesse und ihrer Darstellung

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Designrichtlinien zu vielfältigen Forschungsprozessen
Meta- Designrichtlinie:	Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse der Metaorganismus-Forschung geben.
Pragmatische Designrichtlinie:	Durch vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse der Metaorganismus-Forschung ein vernetztes und vielfältiges Wissenschaftsverständnis bei Schüler*innen fördern.
Spezifische Designrichtlinie 1:	Einen Anknüpfungspunkt zu Schüler*innen durch die Darstellung einer Wissenschaftler*in mit kognitiv-epistemischen Aspekten von Forschung präsentieren. Diese Facetten dann im Laufe der Unterrichtseinheit durch sozial-institutionelle Aspekte von Forschung bereichern. Dabei entsteht ein immer mehr vernetztes <i>Concept-Map</i> oder <i>Mind-Map</i> von moderner Forschung (als Klasse oder für den Schüler*in individuell).
Spezifische Designrichtlinie 2:	Informationstexte über verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen in der Metaorganismus-Forschung erstellen z.B. anhand eines Vortragenden des Darwintages als Unterrichtsvorbereitung.
Spezifische Designrichtlinie 3:	Videos per YouTube-Stream oder live-Vorträge von Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung zum Darwintag anschauen und dabei verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen kennenlernen z.B. in Form von spielerischen Zugängen wie einem NOS-Bingo.
Spezifische Designrichtlinie 4:	Selber Videos z.B. mit der Stop-Motion-Technik gestalten, indem Schüler*innen verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen kreativ umsetzen und dies als Nachbereitung zum Darwintag einsetzen.
Spezifische Designrichtlinie 5:	Als Aspekt eines Forschungsprozesses überhaupt Misserfolge in der Forschung im Unterricht thematisieren. Ein thematischer Zugang könnte das Narrativ vom Misserfolg zum Erfolg an einem Beispiel eines*r Forschenden in der Metaorganismus-Forschung sein.
Spezifische Designrichtlinie 6:	Ansätze zum selbstständigen Arbeiten bei Schüler*innen fördern, die besonders auf Teilbereiche von Forschungsprozessen ohne Bewertungskriterien von „richtig“ und „falsch“ fokussiert sind, indem kleine Übungen z.B. zur Reflexion von Forschungsprozessen angeregt werden.

Nachfolgend erfolgt die Begründung zur Formulierung der Designrichtlinien anhand aller drei Perspektiven:

Meta Designrichtlinie: Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse der Metaorganismus-Forschung geben.

Erläuterung: Wissenschaftler*innen nahmen laut den Antworten der Fokusgruppeninterviews ihre Arbeit als sehr vielfältig wahr, die jedoch nach Aussagen der Schüler*innen und teilweise auch der Lehrer*innen in der Schule nicht so abgebildet wird. Unterrichtsmaterialien zum Darwintag könnten hier

³⁵ Die Website zum SFB 1182 ist hier zu finden: <https://www.metaorganism-research.com> (letzter Zugang, 02.07.23)

ein facettenreiches und vielfältiges Bild des Berufsbildes eines Wissenschaftlers*in abbilden, das nach Aussagen der Beteiligten noch nicht so im Schulalltag unterrichtet wird. Die Einblicke können übergreifend ein authentisches Bild von moderner und interdisziplinärer Forschung vermitteln und z.B. Forschung nicht nur auf wiederkehrende einzelne Elemente beschränken, wie es Lehrkräfte teilweise wahrnehmen (siehe Kategoriensysteme 33-36 sowie Anhang J für detailliertere Informationen).

Pragmatische Designrichtlinie: Durch vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse der Metaorganismus-Forschung ein vernetztes und vielfältiges Wissenschaftsverständnis bei Schüler*innen fördern.

Erläuterung: Mit Hilfe von vielfältigen Einblicken in Forschungsprozesse (in Anlehnung an moderne NOS-Ansätze wie der *Family Resemblance Approach* nach Erduran und Dagher, 2014) kann ein vernetztes und diverses Wissenschaftsverständnis von Schüler*innen auf Grundlage moderner Forschung erworben werden, das entscheidend ist für eine authentische Wahrnehmung von Forschung, für eine Berufsorientierung in diesem Bereich oder dem Verständnis bzw. der Akzeptanz von Forschung in der Gesellschaft.

Spezifische Designrichtlinie 1: Einen Anknüpfungspunkt zu Schüler*innen herstellen durch die Darstellung einer Wissenschaftler*in mit kognitiv-epistemischen Aspekten von Forschung. Diese Facetten werden dann im Laufe der Unterrichtseinheit durch sozial-institutionelle Aspekte von Forschung bereichert. Dabei entsteht eine immer stärker vernetzte *Concept-Map* oder *Mind-Map* zu Aspekten von moderner Forschung.

Erläuterung: Lehrer*innen gaben als Herausforderungen im Unterrichten von vielfältigen Forschungsprozessen an, dass sie zu wenig gut aufbereitetes Material zur Verfügung haben, dieses auf Grundlage der Komplexität vor allem exemplarisch durchgehen würden und aufgrund der Fülle an curricularen Vorgaben nur eine Auswahl zum Forschungsprozess treffen (siehe Kategoriensysteme 33-36). Die Analysen der Interviews haben ergeben, dass Lehrkräfte in der Diskussion darüber überwiegend kognitiv-epistemische Aspekte von Forschung anführten und nur vereinzelt sozial-institutionelle Aspekte von Forschung. An dieser Stelle könnte ein Anknüpfungspunkt die sozial-institutionelle Darstellung von Forschung sein durch Facetten der Zusammenarbeit, Finanzierung, Auswirkungen auf die Politik oder der Gesellschaft. Durch die Visualisierung z.B. einer ihnen bekannten Methode oder eines Forschungsthemas kann somit veranschaulicht werden, wie vielfältig Forschung ist und welche Aspekte alle dazu gehören.

Spezifische Designrichtlinie 2: Informationstexte über verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen in der Metaorganismus-Forschung erstellen z.B. von einem Vortragenden des Darwintages als Unterrichtsvorbereitung.

Erläuterung: Informationstexte sind ein bekanntes Unterrichtsmedium für Lehrer*innen und Schüler*innen, die vor allem viele Aspekte im Alltag von Vortragenden Wissenschaftler*innen darstellen können und einen allgemeinen Überblick über Forschungsprozesse liefern können. Mit Hilfe dieser Informationstexte könnte ein Vortragender Wissenschaftler*in als Vorbereitung zum Darwintag Einblicke in seine Forschungsprozesse geben, die sonst nicht so vernetzt und vielmehr reduziert auf einzelne Aspekte im Unterricht angesprochen werden. Im Zusammenhang mit weiteren Faktoren zur Vorbereitung der Schüler*innen auf eine außerschulische Veranstaltung nach Orion und Hofstein (1991) könnte dies eine kognitive Entlastung darstellen (siehe Kategoriensystem 33-36 sowie Anhang E für detailliertere Informationen).

Spezifische Designrichtlinie 3: Videos per YouTube-Stream oder live-Vorträge von Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung am Darwintag anschauen und dabei verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen kennenlernen z.B. in Form von spielerischen Zugängen wie ein Darwintag-Bingo mit Fokussierung auf *Nature of Science*-Aspekte.

Erläuterung: Es wird so eine Sensibilisierung der Schüler*innen für vielfältige Aspekte von Forschungsprozessen anhand der Wissenschaftler*innen am Darwintag z.B. bei einem BINGO während der Vorträge am Darwintag angestrebt. Dies beruht darauf, dass Schüler*innen und Lehrer*innen als wichtigste Erwartung zum Darwintag angaben, mehr über den Forschungsprozess zu erfahren. Mit Hilfe des Darwintag-BINGO wird versucht die Aufmerksamkeit nicht nur auf den inhaltlichen Themen zu legen, sondern auch wie geforscht wird und was alles dazu gehört.

Spezifische Designrichtlinie 4: Selbst Videos z.B. mit der Stop-Motion-Technik gestalten, indem Schüler*innen verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen kreativ umsetzen und dies als Nachbereitung zum Darwintag einsetzen.

Erläuterung: Konkrete Umsetzung des Wunsches von Schüler*innen nach mehr selbstständigen Arbeiten bei Forschungsprozessen sowie Anmerkung der Lehrkräfte die Selbstständigkeit von Schüler*innen weiter zu fördern z.B. im Sinne von reflexiven Aufgaben zum Forschungsprozess (siehe Kategoriensystem 33-36 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Dies könnte als Nachbereitung in Form von Stop-Motion Videos zur Veranschaulichung einzelner Forschungsprozesse umgesetzt werden oder selber als Teil des Forschungsprozesses.

Spezifische Designrichtlinie 5: Als Aspekt eines Forschungsprozesses auch Misserfolge in der Forschung im Unterricht thematisieren. Ein thematischer Zugang könnte das Narrativ vom Misserfolg zum Erfolg an einem Beispiel wissenschaftlicher Metaorganismus-Forschung sein.

Erläuterung: Bei der Studie zeigte sich eine allgemeine Zustimmung von Lehrer*innen und Schüler*innen zur stärkeren Thematisierung von Misserfolgen in der Wissenschaft sowie auch im Unterricht als Aspekt authentischer Forschung. Dabei kam der Vorschlag beider Gruppen mit einem Misserfolg in der Forschung anhand eines Beispiels zu beginnen und wie dies zum wissenschaftlichen Erfolg geführt hat (siehe Kategoriensystem 33-36 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Dies könnte anhand einer aktiv Forschenden oder eines aktiv Forschenden der Metaorganismus-Forschung umgesetzt werden.

Spezifische Designrichtlinie 6: Ansätze zum selbstständigen Arbeiten bei Schüler*innen fördern, die besonders auf Teilbereiche von Forschungsprozessen ohne Bewertungskriterien von „richtig“ und „falsch“ fokussiert sind.

Erläuterung: Die beteiligten Schüler*innen wünschten sich mehr selbstständiges Arbeiten im Biologieunterricht. Fragt man jedoch Lehrer*innen und Schüler*innen nach ihrem Verständnis vom selbstständigen Arbeiten, sind hier unterschiedliche Deutungen zu interpretieren (siehe „Deutungsraum“ zum selbstständigen Arbeiten, Kapitel 4.7.2). Ein Ansatz diese Deutungen stärker zusammenzuführen könnte das Zulassen von kleineren Aufgabenformaten ohne „richtige“ und „falsche“ Lösungen beim selbstständigen Arbeiten sein, indem der Prozess bewertet wird und nicht das Produkt.

Tabelle 45. Ausformulierte Designrichtlinien zum Leitthema der ungelösten Probleme der Wissenschaft

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Designrichtlinien zu ungelösten Problemen der Wissenschaft
---	---

Meta Designrichtlinie:	Authentische Einblicke in verschiedene Facetten von Wissenschaft anhand der Metaorganismus-Forschung geben.
Pragmatische Designrichtlinie:	Das Schülerinteresse an Wissenschaft fördern, indem aktuelle Einblicke in ungelöste Probleme der Forschung gegeben werden, die zur Beteiligung und Positionierung einladen.
Spezifische Designrichtlinie 1:	Motivierende Aspekte für Schüler*innen integrieren, indem diese zum Mitdenken ungelöster Probleme in der Metaorganismus-Forschung angeregt werden und Lehrkräfte eine Handreichung mit weiterführenden Informationen zu den ungelösten Fragen der Forschung bekommen.
Spezifische Designrichtlinie 2:	Visualisierung wissenschaftlichen Fortschritts von früheren Forschungsannahmen im Vergleich zu heutigen Forschungsannahmen eines Forschungsgebietes der Metaorganismus-Forschung für die Schüler*innen verdeutlichen.
Spezifische Designrichtlinie 3:	Schüler*innen erarbeiten anhand von aktuellen und vergangenen Praxisbeispielen aus der Forschung Kriterien, anhand derer sie verschiedene Beispiele in der Wissenschaft und dessen Produkte nach dem Grad an „gesicherterem Wissen“ beurteilen können und müssen dabei ihre Entscheidungen begründen (Durchführung der Experimente?, Fundierte Ergebnislage?, Finanzierung der Studie?, Bestätigung der Ergebnisse durch viele Forschungsgruppen?).
Spezifische Designrichtlinie 4:	Schüler*innen mehr Informationen zu wissenschaftlichen Qualitätskriterien ihrer wissenschaftlichen Erkenntnisse vermitteln wie z.B. der <i>peer-review</i> Prozess, um die Glaubwürdigkeit von Wissenschaft zu stärken. Anschließend reflektieren, welche Chancen und Hürden diese Art der Veröffentlichung für die Beteiligten hat.

Im Folgenden werden die Designrichtlinien anhand der Beeinflussung durch die drei Perspektiven beschrieben:

Meta Designrichtlinie: Authentische Einblicke in verschiedene Facetten von Wissenschaft anhand der Metaorganismus-Forschung geben.

Erläuterung: Von wissenschaftlicher Seite berichteten Forscher*innen in sehr vielfältiger Art und Weise über den Beruf des Wissenschaftlers*in mit seinen Facetten, Aufgaben und Bereichen. Diese Vielfalt schien den teilnehmenden Schüler*innen gar nicht so bewusst zu sein, die sich zudem allgemein mehr Bezüge von Wissenschaft im Unterricht wünschten z.B. aus Gründen der späteren Berufsorientierung (siehe Kategoriensystem³³⁻³⁶ sowie Anhang J für detailliertere Informationen).

Pragmatische Designrichtlinie: Das Schülerinteresse an Wissenschaft fördern, indem aktuelle Einblicke in ungelöste Probleme der Forschung gegeben werden, die zur Beteiligung und Positionierung der Schüler*innen zum Inhalt einladen.

Erläuterung: Ein bislang eher wenig bis gar kein behandeltes Thema von Wissenschaft in der Schule sind laut Schüler*innen und Lehrer*innen ungelöste Probleme von Wissenschaft. Während Lehrer*innen Gründe wie die mögliche Überforderung des komplexen Themas für Schüler*innen oder strukturelle Probleme wie der mögliche Verlust von Souveränität durch das Fehlen von „richtigen Antworten“ ungelöster Fragen in der Wissenschaft angaben, war für Schüler*innen gerade dieser Aspekt sehr spannend, weil sie hier das Gefühl hatten noch aktiv etwas beitragen zu können, anstatt nur „Bestätigtes“

und vergangenes Wissen vornehmlich auswendig zu lernen (siehe Kategoriensystem 37-40 sowie Anhang J für detailliertere Informationen).

Spezifische Designrichtlinie 1: Motivierende Aspekte für Schüler*innen integrieren, indem diese zum Mitdenken ungelöster Probleme in der Metaorganismus-Forschung angeregt werden und Lehrer*innen eine Handreichung mit weiterführenden Informationen zu den ungelösten Problemen der Forschung bekommen.

Erläuterung: Bei Einblicken in wissenschaftliches Arbeiten könnten zur Steigerung des Schülerinteresses ungelöste Probleme der Wissenschaft thematisiert werden. Damit Lehrkräfte ihre Souveränität vor der Klasse behalten und sich beim Unterrichten dieses Themas sicherer fühlen, könnte eine Handreichung an Lehrkräfte mit vertieften Informationen zu den offenen Forschungsfragen angereicht werden. Damit könnten Themengebiete wie die Kommunikation von Mikroorganismen und Wirt behandelt werden, bei der Einblicke in die aktuelle Forschung gegeben wird. Schüler*innen könnten zuerst spekulieren, was für Ergebnisse bei einer Studie herausgekommen sind und Lehrkräfte ordnen dies dann mit Hilfe der Handreichung und dem aktuellen Forschungsstand ein (siehe Kategoriensystem 37-40 sowie Anhang J für detailliertere Informationen).

Spezifische Designrichtlinie 2: Visualisierung wissenschaftlichen Fortschritts von früheren Forschungsannahmen im Vergleich zu heutigen Forschungsannahmen eines Forschungsgebietes der Metaorganismus-Forschung für die Schüler*innen verdeutlichen.

Erläuterung: Um den wissenschaftlichen Fortschritt eines Forschungsfeldes sichtbar zu machen, schlugen Lehrer*innen und Schüler*innen gleichermaßen vor frühere Forschungsannahmen mit dem heutigen Stand an Forschungsannahmen zu vergleichen z.B. anhand eines Zeitstrahls. Dieses könnte zum Beispiel anhand des früheren vs. heutigen Wissenstandes von Darmbakterien oder dem Zusammenleben von Wirten und Mikroorganismen innerhalb der Metaorganismus-Forschung illustriert werden.

Spezifische Designrichtlinie 3: Schüler*innen erarbeiten anhand von aktuellen und vergangenen Praxisbeispielen aus der Forschung Kriterien, anhand derer sie verschiedene Beispiele in der Wissenschaft und dessen Produkte nach dem Grad an „gesicherterem Wissen“ beurteilen können und müssen dabei ihre Entscheidungen begründen (Durchführung der Experimente?, Fundierte Ergebnislage?, Finanzierung der Studie?, Bestätigung der Ergebnisse durch viele Forschungsgruppen?).

Erläuterung: Bei dieser Designrichtlinie könnte das Ziel sein, dass Schüler*innen ein Bewusstsein für wissenschaftliches Arbeiten und deren Kriterien bekommen. Dabei sollen sie beurteilen, ob sie den Ergebnissen der Forschung vertrauen können und warum (Durchführung der Experimente?, Fundierte Ergebnislage?, Auftraggeber?, Bestätigung der Ergebnisse durch viele Forschungsgruppen?). Diese Designrichtlinie soll dabei helfen, die Offenheit von Wissenschaft und ihre Quellen besser einschätzen bzw. vertrauen zu können.

Spezifische Designrichtlinie 4: Schüler*innen mehr Informationen zu wissenschaftlichen Qualitätskriterien vermitteln wie z.B. der *peer-review* Prozess, um die Glaubwürdigkeit von Wissenschaft zu stärken. Anschließend reflektieren, welche Chancen und Hürden diese Art der Veröffentlichung für die Beteiligten hat.

Erläuterung: Diese Facette im Forschungsprozess wird laut Lehrkräften und Schüler*innen häufig wenig bis gar nicht im Unterricht vermittelt (siehe Kategoriensystem 37-40 sowie Anhang J für detailliertere Informationen) und kann bei allen Beteiligten die Akzeptanz und Glaubwürdigkeit von Forschung erhöhen durch fundierte Werkzeuge zum Beurteilen von aktueller Forschung.

Die folgenden Designrichtlinien formen sich nun von Schüler*innen und Lehrer*innen als Impulsgeber und die Ausgestaltung der Designrichtlinien an die Wissenschaftler*innen.

Tabelle 46. Ausformulierte Designrichtlinie zur Rückspiegelung an die Wissenschaftler*innen

Aufbau der Designrichtlinien (nach Kali, 2008)	Designrichtlinien zur Rückspiegelung von fachdidaktischen Forschungserkenntnissen an die Wissenschaftler*innen
Meta Designrichtlinie:	Einblicke in erwartete Hürden beim <i>Nature of Science</i> -Verständnis von Schüler*innen und Lehrer*innen in Anlehnung an Themen der Metaorganismus-Forschung geben sowie Ansatzpunkte zum besseren Verständnis der beteiligten Perspektiven von Vertretern aus Wissenschaft und Schule anbieten.
Pragmatische Designrichtlinie:	Bewusstsein für Bedenken und Erwartungen bei anderen Beteiligten wie Wissenschaftler*innen wecken und damit Adaptionenfähigkeit und Nutzung der Lernangebote zum Darwintag weiter fördern.
Spezifische Designrichtlinie 1:	Weitergeben von Forschungsergebnissen zu erwarteten Hürden und Chancen eines erweiterten <i>Nature of Science</i> -Verständnis von Schüler*innen und Lehrer*innen am Darwintag für die Wissenschaftler*innen anhand von didaktischen Gestaltungshinweisen zum Erstellen ihrer wissenschaftlichen Vorträge zum Darwintag.
Spezifische Designrichtlinie 2:	Weitergeben von Forschungsergebnissen zu erwarteten Hürden und Chancen eines erweiterten <i>Nature of Science</i> -Verständnis von Schüler*innen und Lehrer*innen am Darwintag an die Wissenschaftler*innen durch das Anbieten einer didaktischen Sprechstunde von Naturwissenschaftsdidaktiker*innen zum Durchsprechen der einzelnen Folien ihrer Power-Point-Vorträge zum Darwintag.
Spezifische Designrichtlinie 3:	Forschungsergebnisse aus Prä-Post-Befragungen der Lehrer*innen und Schüler*innen aus vergangener Darwintage an der CAU Kiel vorstellen und Verbesserungsvorschläge in die Organisation des zukünftigen Darwintages mit Schwerpunkt auf <i>Nature of Science</i> -Aspekte hineinfließen lassen wie eine gemeinsame Diskussionsrunde unter Wissenschaftler*innen mit live Schülerfragen am Darwintag.

Meta Designrichtlinie: Einblicke in erwartete Hürden beim *Nature of Science*-Verständnis von Schüler*innen und Lehrer*innen in Anlehnung an Themen der Metaorganismus-Forschung geben sowie Ansatzpunkte zum besseren Verständnis der beteiligten Perspektiven von Vertretern aus Wissenschaft und Schule anbieten.

Erläuterung: Mögliche Perspektivwechsel zwischen Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Schüler*innen könnte die Akzeptanz und Sensibilität von gemeinsamen außerschulischen Lernortangeboten wie den Darwintag erhöhen. Kommunizierende könnten so ihren Inhalt besser an die Zielgruppe anpassen, ihre Ziele besser formulieren und wissen, was von ihnen erwartet wird. Die Zielgruppe kann sich demnach besser darauf einstellen, was sie erwartet und dies in den Unterricht einbetten.

Pragmatische Designrichtlinie: Bewusstsein für Bedenken und Erwartungen bei anderen Beteiligten wecken und damit Adaptionenfähigkeit und Nutzung der Lernangebote zum Darwintag fördern.

Erläuterung: Dies wäre eine Möglichkeit zur Verbesserung von strukturellen Angeboten außerschulischer Lernorte wie den Darwintag, die die Effizienz dieser Veranstaltungen mindestens kurz- oder auch mittelfristig verbessern könnte. Jedoch benötigen diese Aussagen noch weitere Begleitforschung.

Spezifische Designrichtlinie 1: Weitergeben von Forschungsergebnissen der Naturwissenschaftsdidaktik hinsichtlich zu erwarteten Hürden und Chancen eines erweiterten *Nature of Science*-Verständnis von Schüler*innen und Lehrer*innen am Darwintag an Wissenschaftler*innen anhand von didaktischen Gestaltungshinweisen zum Erstellen ihrer wissenschaftlichen Vorträge zum Darwintag.

Erläuterung: Gestaltungshinweise (auf Grundlage der fachdidaktischen Forschung) zum Darwintag können als Orientierung zur Anpassung der Vorträge direkt an die Zielgruppe von Oberstufenschüler*innen eingesetzt werden. Wissenschaftler*innen deuteten diesbezüglich in der 2. Studie an, dass die Erwartung sich stärker bei Wissenschaftskommunikation zu engagieren stärker wird und sie wenig Erfahrung oder Kompetenzen in diesem Bereich haben, aber darauf aufbauen möchten.

Spezifische Designrichtlinie 2: Weitergeben von Forschungsergebnissen der Naturwissenschaftsdidaktik zu erwarteten Hürden und Chancen eines erweiterten *Nature of Science*-Verständnis von Schüler*innen und Lehrer*innen am Darwintag an die Wissenschaftler*innen durch das Anbieten einer didaktischen Sprechstunde zum Durchsprechen der einzelnen Folien ihrer Power-Point-Vorträge.

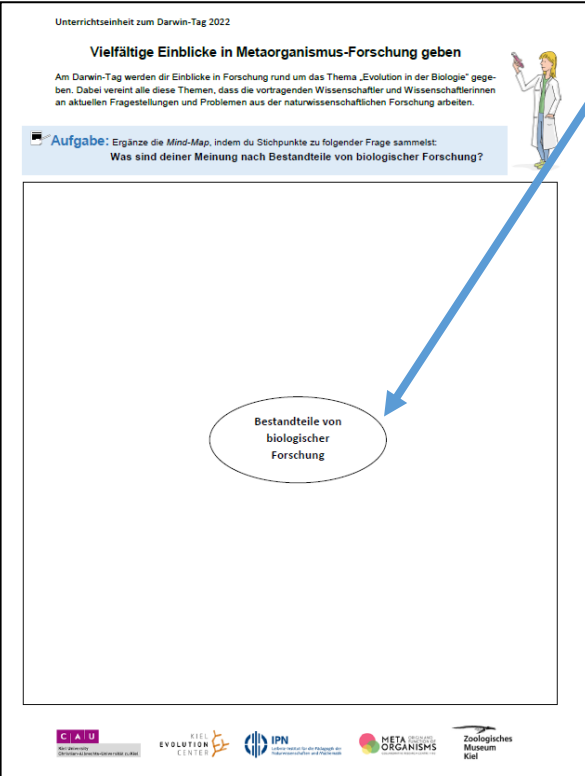
Erläuterung: Eine weitere Initiative könnte eine didaktische Sprechstunde als geschützter Diskussionsraum zur Anpassung der Vorträge direkt an die Zielgruppe an. Dieser Input beruht daher auf fachdidaktischer Forschungsliteratur. Diese Sprechstunde könnte einerseits als Zusatz zu den Gestaltungshinweisen dienen oder andererseits separat stattfinden. Kommunizierende Wissenschaftler*innen könnten so individuelle Fragen und Antworten direkt zu ihrem Vortrag bekommen und den Vortrag effizienter an die Zielgruppe anpassen.

Spezifische Designrichtlinie 3: Forschungsergebnisse aus Prä-Post-Befragungen der Lehrer*innen und Schüler*innen aus vergangener Darwintage an der CAU Kiel vorstellen und Verbesserungsvorschläge in die Organisation des zukünftigen Darwintages mit Schwerpunkt auf *Nature of Science*-Aspekte hineinfließen lassen, wie eine gemeinsame Diskussionsrunde unter Wissenschaftler*innen und dem Zulassen von Schülerfragen am Darwintag.

Erläuterung: Schüler*innen und Lehrer*innen empfanden die persönlichen Begegnungen mit Wissenschaftler*innen als vielversprechend, indem diese Interesse nach mehr individuellen Wegen in die Forschung ansprachen sowie gern mehr über Chancen oder Hürden beim Forschen wissen wollten (siehe Studie 1 sowie Kategoriensysteme 33-40 sowie Anhang J für detailliertere Informationen). Diese Aspekte könnten einerseits durch Schülerfragen direkt angesprochen werden und andererseits nochmal explizit in einer Diskussionsrunde aller Beteiligten vertieft werden.

4.11 UMSETZUNG IN BILDUNGSPRODUKTE ZUM DARWINTAG (Teil 2)

Nach dem Erstellen der Designrichtlinien wurden diese konkret in Bildungsprodukte überführt. Auf Seiten der schulischen Zielgruppe wurden diese konkret in begleitendes Unterrichtsmaterial und Lehrerhandreichungen zum Darwintag 2022 umgesetzt sowie diese zur Überarbeitung von vorhandenen Unterrichtsmaterialien genutzt, die zur fachlichen Ergänzung des Darwintages 2022 in der Schule eingesetzt werden konnten. Auf Seiten der kommunizierenden Wissenschaftler*innen wurden diese für konkrete Gestaltungshinweise zum Darwintag 2022 genutzt, die diese zur Vorbereitung ihres Vortrages am Darwintag 2022 nutzen konnten. Im folgenden Kapitel wird diese Überführung der Designrichtlinien in die Materialien kurz dargestellt (siehe Abbildung 44-57). Für eine ausführliche Auseinandersetzung mit den Materialien wird ein Link zu den Materialien in Anhang A gegeben.



Unterrichtseinheit zum Darwin-Tag 2022

Vielfältige Einblicke in Metaorganismus-Forschung geben

Am Darwin-Tag werden dir Einblicke in Forschung rund um das Thema „Evolution in der Biologie“ gegeben. Dabei vereint alle diese Themen, dass die vortragenden Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen an aktuellen Fragestellungen und Problemen aus der naturwissenschaftlichen Forschung arbeiten.

Aufgabe: Ergänze die Mind-Map, indem du Stichpunkte zu folgender Frage sammelst:
Was sind deiner Meinung nach Bestandteile von biologischer Forschung?

Bestandteile von biologischer Forschung

Logos: CTAU, KIEL EVOLUTION CENTER, IPN, META-ORGANISMS, Zoologisches Museum Kiel

Spezifische Designrichtlinie: Einen Anknüpfungspunkt zu Schüler*innen durch die Darstellung einer Wissenschaftler*in mit kognitiv-epistemischen Aspekten von Forschung präsentieren. Diese Facetten dann im Laufe der Unterrichtseinheit durch sozial-institutionelle Aspekte von Forschung bereichern. *Dabei entsteht ein immer mehr vernetztes Concept-Map oder Mind-Map von moderner Forschung (als Klasse oder für den Schüler*in individuell).*

Umsetzung im Material: Sammeln der Eindrücke zur biologischen Forschung allein oder im Klassenverbund. Festhalten des Vorwissens, der Einstellungen oder Vorstellungen als Zustand vor der Unterrichtseinheit. Bearbeiten der Mind-Map nach der Unterrichtseinheit mit andersfarbigem Stift, um Veränderungen zu dokumentieren im Sinne eines vernetzten Wissenschaftsverständnisses.

Abbildung 44. Unterrichtsmaterial NOS Seite 1/7

Unterrichtseinheit zum Darwin-Tag 2022

Einblicke in Laras Forschungsprojekt

Eine Wissenschaftlerin, die am Darwin-Tag vorträgt, ist die Meeresbiologin Lara Schmittmann. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am GEOMAR Kiel und gibt heute Einblicke in ihr Forschungsprojekt.

Fokus auf meine eigene Forschung

Der Fokus meiner Arbeit liegt auf der Untersuchung der Interaktion zwischen Arten. In meinem Projekt möchte ich herausfinden, wie sich Krankheiten im Meer verbreiten und nutze dafür Austernkrankheiten als Fallstudie¹. Denn Krankheitserreger, wie bestimmte Bakterien oder Viren, können sich besonders leicht auf engem Raum vermehren, wie z. B. der Austemaquakultur oder bei massiver Vermehrung invasiver² Austernarten.

Trägt eine Austernlarve den Krankheitserreger in sich, wird dieser mit der Meeresströmung weiterverbreitet und dieses können wir mit Hilfe von Strömungsmodellen³ am Computer simulieren. Mich interessiert dabei besonders, wohn und wie weit Krankheitserreger strömen oder wie sich die Verbreitung in besonders warmen Sommern von kälteren unterscheidet.

Fokus auf die Zusammenarbeit mit anderen Forschenden

Ich arbeite bei den Strömungsmodellen vor allem mit Ozeanographen⁴ zusammen, sodass wir stark interdisziplinär arbeiten. Interdisziplinäres Arbeiten bedeutet, dass wir eine etablierte Forschungsstruktur haben, indem meine Kolleg*innen und ich über unsere eigenen Fächer (z.B. Biologie, Physik, Informatik, Soziologie) und Disziplinen (z.B. Naturwissenschaften, Informatik, Sozialwissenschaft) hinweg an einem gemeinsamen, großen Forschungsziel arbeiten. Prägend für diese Arbeitsweise ist also nicht das Fach oder die Disziplin, sondern das übergeordnete Forschungsziel von verschiedenen Forschungsperspektiven. Und um dieses erreichen zu können, ist die klare Arbeitsteilung unter uns entscheidend sowie das gegenseitige Ergänzen der Arbeit durch Methoden aus einer anderen Disziplin. In meinem Fall stellen die Ozeanographen die Modelle und Rechnungen zur Verfügung und ich werde diese in Hinblick auf biologische Parameter wie Gebiet, Zeit, Jahreszeit usw. in einem theoretischen Experiment bei Austernlarven an. Diese Art des Zusammenarbeitens hilft uns sehr, komplexe Probleme mit naturwissenschaftlichen Ursprung wie hier der Ansatz eines „gesunden Ozeans“ ganzheitlicher betrachten zu können, um gemeinsame Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Denn im Meer ist alles miteinander verbunden und negative Einflüsse in einer Meeres bucht haben auch Auswirkungen auf viele weitere Buchten. Entnehme ich z.B. zwei Wasserproben von Krankheitserregern der Austernlarven an zwei verschiedenen Buchten, kann ich Aussagen treffen, ob diese Krankheitserreger genetisch verwandt sind oder nicht. Ich kann aber keine Aussagen über den Weg zwischen den beiden Probenorten treffen, denn dafür braucht es Strömungsmodelle. Eine Herausforderung war vor allem zu Beginn des Projektes die Kommunikation, indem Verständnisschwierigkeiten durch unterschiedliche Konzepte, Arbeitsweisen oder Methoden aufkamen. Wir haben dann versucht unsere eigenen Konzepte oder Methoden in einfachen Worten herunter zu brechen und viel nachzufragen. Oft heißen die Dinge nämlich anders, obwohl sie in den verschiedenen Disziplinen das gleiche beinhalten. Z.B. ist die Methode der Modellierung neu für mich, aber die Herangehensweise mit den verschiedenen Parametern sehr ähnlich wie bei Experimenten mit Aquarien. Ein entscheidender Faktor ist daher die klare Benennung von Forschungszielen, diese gegenseitig abzustimmen und immer stetig den neuesten Wissensstand zu kommunizieren. Für mich ist es nicht so entscheidend zu verstehen wie jede Rechnung funktioniert, sondern was die Grundidee dahinter ist. Ebenso ist es für die Ozeanographen vielmehr ein Partikel mit dem diese rechnen, als ein Krankheitserreger der Austernlarven. Und auf diesem Level können wir gut zusammenarbeiten.

Person

Zusammenarbeit

¹ Ein theoretisches Experiment, am Beispiel der Austern
² Invasiv (lat. „eindringend“) meint Organismen, die sich in einem Gebiet außerhalb ihres üblichen Ansitz und von diesem durch Barrieren getrennt spontan ausbreiten.
³ Strömungsmodelle sind hier Rückwärtsmodelle mit bestehenden Ozeandaten, die sich über 50 Jahre zurück erstrecken.
⁴ Ozeanographen arbeiten am GEOMAR zur Ozeandynamik und es ist eine stark physikalische Arbeitsgruppe

2

Abbildung 45. Unterrichtsmaterial NOS Seite 2/7

Spezifische Designrichtlinie: Authentische Einblicke in die interdisziplinäre Forschung durch ein*er aktiv Forschender*n im Feld der Metaorganismen geben, die den Unterschied zwischen interdisziplinären und anderen Arbeitsformen wie dem fächerübergreifenden Arbeiten verdeutlichen z.B. durch Schaubilder, Praxisbeispiele und Erläuterungen grundlegender Strukturen.

Umsetzung im Material: Aufgaben speziell auf das Verständnis der interdisziplinäre Arbeitsweise von Forschung ausgerichtet. Zuerst interdisziplinäre Forschung erklären, dann anhand von Chancen und Herausforderungen einordnen und zum Schluss selbst überlegen, wie ein interdisziplinäres Projekt aussehen könnte.

Spezifische Designrichtlinie: Einen Anknüpfungspunkt zu Schüler*innen durch die Darstellung einer Wissenschaftler*in mit kognitiv-epistemischen Aspekten von der Forschung präsentieren. Diese Facetten dann im Laufe der Unterrichtseinheit durch sozial-institutionelle Aspekte von Forschung bereichern. Dabei entsteht eine immer mehr vernetzte Concept-Map oder Mind-Map von moderner Forschung (als Klasse oder für den Schüler*in individuell).

Umsetzung im Material (S. 2 & 3): Einblicke in den Alltag einer Wissenschaftlerin in der Metaorganismus-Forschung durch Strukturierung in drei Bereiche nach dem FRA-Ansatz (Erduran & Dagher, 2014). Anfang mit kognitiv-epistemischen Aspekten als Ausgangspunkt und oft vertrauten Aspekten von Forschung. Hinzufügen von sozial-institutionellen Aspekten als neue Impulsgeber und Anregung für die Schüler*innen über die Zusammenarbeit und Rahmenbedingungen von Forschung nachzudenken.

Unterrichtseinheit zum Darwin-Tag 2022

Fokus auf die Rahmenbedingungen meiner Forschung

Forschung an Universitäten ist oft in übergreifenden Forschungsprogrammen wie dem Zentrum für interdisziplinäre Meereswissenschaften (Kiel Marine Science) an der Kieler Universität organisiert, die wieder untergeordnete Strukturen wie Sonderforschungsbereiche oder multidisziplinäre Verbünde aufweisen. Hier arbeiten alle natur-, geistes- und sozialwissenschaftlichen Forscher*innen interdisziplinär zusammen, die an der Schnittstelle von Meer und Mensch forschen. Dazu zählt beispielsweise die Klimaforschung, Küstenforschung, Physikalische Chemie, Mikrobiologie wie auch Informatik oder Sozialwissenschaften. Insgesamt kommen so 70 Arbeitsgruppen aus 7 Fakultäten und 26 Instituten zusammen, die alle an einem großen wissenschaftlichen Überthema wie hier dem besseren Verständnis von Prozessen und zu entwickelnden Strategien einer nachhaltigen Nutzung und Erhaltung eines „gesunden Ozeans“ arbeiten. Der darin eingegliederte Sonderforschungsbereich 1182 „Entstehen und Funktionieren von Metaorganismen“⁵ ermöglicht z.B. regelmäßige Treffen in kleineren Gruppen zur interdisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen der Forschungsbereiche „Evolution & Ökologie“, „Erkennung & Kommunikation“ sowie „Funktion & Lebensgeschichte“. Zudem wird jedes halbe Jahr ein Retreat⁶ einberufen, indem alle Wissenschaftler*innen ihre neuesten Erkenntnisse untereinander vorstellen und beratschlagen wie ihre Forschung noch verbessert werden kann oder welche neuen Zusammenarbeiten zu neuen Erkenntnissen führen könnten. Sonderforschungsbereiche, wie der vorgestellte werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert und können bis zu 12 Jahren beantragt werden (3 Förderperioden). Die DFG finanziert sich aus Steuergeldern, sodass jeder Steuerzahlende Arbeitnehmer*in in Deutschland, auch Teile von Forschung finanziert DFG finanziert sich aus Steuergeldern, sodass jeder Steuerzahlende Arbeitnehmer*in in Deutschland, auch Teile von Forschung finanziert.

Gesellschaftliche Einflüsse

Aufgaben:

Aufgabe 1: Erkläre in eigenen Worten, was für dich interdisziplinäre Forschung ist. Binde dafür auch gerne Laras Beispiel ein.

Aufgabe 2: Fülle die Tabelle aus, indem zu jeweils mindestens zwei Argumente findest, welche Chancen und welche Herausforderungen interdisziplinäres Arbeiten in der Forschung haben kann.

Chancen	Herausforderungen

Aufgabe 3: Überlege dir zusammen mit deinem Sitznachbarn ein interdisziplinäres Projekt, indem es um die Plastikverschmutzung im Meer geht – welche Disziplinen können helfen, diese im Meer zu verbessern?

⁵ Metaorganismus: Beschreibt eine funktionelle Einheit aus dem Wirt und seinen Mikroorganismen, die in ständiger Interaktion mit der Umwelt stehen.
⁶ Ein Treffen mit allen Forschungsgruppen zusammen.

Abbildung 46. Unterrichtsmaterial NOS Seite 3/7

Unterrichtseinheit zum Darwin-Tag 2022

Im Dialog mit Lara Schmittmann

Eva, 12. Klasse: Hallo Lara. Danke für deine Zeit und das wir dir Fragen stellen können.

Achmed, 13. Klasse: Hey Lara, voll cool, dass du die kurz Zeit nimmst. Was ich schon immer wissen wollte von einer Wissenschaftlerin: Was macht für dich moderne, biologische Forschung aus?

Symbiose-Forscherin, Lara: Hallo ihr beiden. Es freut mich, dass ihr Interesse an Forschung habt. Zur ersten Frage: Also biologische Forschung entwickelt sich so schnell und durch computergestützte Methoden aus der Genetik oder Modellierungen gibt es immer neue Möglichkeiten. Grundlagenforschung baut aufeinander auf und so hat man die Chance sich ständig selber und die eigenen Forschung weiterentwickeln.

Eva: Ich wollte da nochmal nachhaken. Also wenn alles ständig im Wandel ist, wie feststehend und vertrauenswürdig sind denn jetzt diese wissenschaftlichen Erkenntnisse?

Lara: Wissenschaftliche Erkenntnisse sind im gewissen Maße wandelbar und Hypothesen können jederzeit bestätigt oder widerlegt werden. Dadurch entsteht gesicherteres Wissen, wie z.B. die Evolutionstheorie nach Darwin oder Wissen, was vielleicht zu einer anderen spannenden Forschungsfrage führt. Generell unterliegen diese Erkenntnisse hohen wissenschaftlichen Standards und „Mehraugenprinzip“, denen man vertrauen kann.

Achmed: Mich würde persönlich noch interessieren: Was ist dir bei Forschung besonders wichtig zu vermitteln?

Lara: Man sollte immer beachten, dass Forschung einen jetzt-Zustand abbildet. Die Ergebnisse von Experimenten sind in Hinblick auf den Kontext zu interpretieren. Also mit den Ergebnissen mehr Forschung präsentiere ich oft ein Puzzelstück eines ganz großen Puzzles, das man nur in Zusammenhang mit Ergebnissen anderer Forschender (anderer Puzzelstücke) verstehen kann.

Lara: Wenn ihr noch weitere Fragen habt, dann sprech mich gern direkt am DarwinTag an!

Zusatzaufgabe: Lies dir den Dialog zwischen Eva, Achmed und der Symbiose-Forscherin Lara aufmerksam durch. Überlege dir anschließend spannende Fragen, die du Lara Schmittmann fragen könntest und notiere diese nachfolgend:

Abbildung 48. Unterrichtsmaterial NOS Seite 4/7

Spezifische Designrichtlinie: Videos per YouTube-Stream oder live-Vorträge von Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung zum DarwinTag anschauen und dabei verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen kennenlernen z.B. in Form von spielerischen Zugängen wie einem DarwinTag-BINGO.

Umsetzung im Material: Ein BINGO für den DarwinTag erstellen, indem vielfältige Aspekte von Forschung vertreten sind z.B. Finanzierung, Motivation oder Misserfolge in Anlehnung an die drei Ebenen des *Family Resemblance Approaches* (Erduran & Dagher, 2014). Die BINGO-Bausteine sollen vielmehr als Unterstützung zur Fokussierung auf *Nature of Science*-Aspekte dienen. Es könnte variabel am DarwinTag oder durch Videos auf YouTube jederzeit außerhalb des DarwinTages eingesetzt werden.

Spezifische Designrichtlinie: Interessensfördernde Formate für Schüler*innen auf persönlicher Ebene integrieren, wie Gesprächsformate mit Wissenschaftler*innen z.B. in Form einer Diskussion zweier zusammenarbeitender Wissenschaftler*innen unterschiedlicher Fachrichtungen in der Metaorganismus-Forschung.

Umsetzung im Material: Vorhandene Schülerfragen der letzten DarwinTage oder Themen daraus als Aufhänger eines virtuellen Gesprächs zwischen der vorgestellten Wissenschaftlerin und Schüler*innen nehmen und diese Fragen von der vortragenden Wissenschaftlerin beantworten lassen. Dies soll einerseits die Vortragenden authentisch darstellen und den Fokus auf vielfältige Facetten im Forscheralltag legen. Andererseits möchte es dazu ermuntern sich Fragen zum DarwinTag zu überlegen und zu stellen oder unter die YouTube-Videos zu schreiben.

Unterrichtseinheit zum Darwin-Tag 2022

Das Wissenschafts-BINGO für den DarwinTag

Lieber Schüler und liebe Schülerin,
beim heutigen DarwinTag heißt es für Dich ganz genau zuzuhören:

Aufgaben:

Aufgabe 1: Suche dir einen Vortrag heraus und kreuze jedes Mal, wenn der Vortragende etwas zu einer Frage sagt, diese Frage ab. Mit etwas Glück bekommst du als erster ein Wissenschafts-BINGO. Ein BINGO erreichst du, wenn du drei Felder nebeneinander ankreuzt.

Aufgabe 2: Notiere dir spannende Antworten zu den Aspekten in den Kästchen in den unten stehenden Linien oder auf der Rückseite des Blattes und stelle sie den Wissenschaftler*innen am DarwinTag. Viel Spaß beim Zuhören.

Misserfolge in der Forschung	Beispiele von interdisziplinärer Zusammenarbeit	Motivation zum Forschungsgegenstand
Relevanz der Forschung für die Gesellschaft	Kommunikationsaspekte zur Forschung	Finanzierung der eigenen Forschung
Rückbezug zur Forschung von früher (z.B. Charles Darwin)	Zusammenarbeit mit anderen Forschenden	Offene Forschungsfragen in dem Forschungsgebiet

Notizen zu den einzelnen Fragen:

Abbildung 47. Unterrichtsmaterial NOS Seite 5/7

Spezifische Designrichtlinie: Schüler*innen mehr Informationen zu wissenschaftlichen Qualitätskriterien ihrer wissenschaftlichen Erkenntnisse vermitteln wie z.B. der peer-review Prozess, um die Glaubwürdigkeit von Wissenschaft zu stärken. Anschließend reflektieren, welche Chancen und Hürden diese Art der Veröffentlichung für die Beteiligten hat.

Umsetzung im Material: Kurze Texte sowie Visualisierung von zwei Grundprinzipien (1. *Blind & double-blind*-Verfahren; 2. das *peer-review* Verfahren) der wissenschaftlichen Veröffentlichung.

In den Aufgaben wird die Umsetzung des blind und peer review Verfahrens in der Klasse mit selbst geschriebenen *Social-Media*-Beiträgen analysiert.

Vielfältige Facetten von Forschung kennenlernen – Das Peer-Review-Verfahren

Hast du dich auch schon mal gefragt, wie wissenschaftliche Erkenntnisse kommuniziert und veröffentlicht werden? – In der Wissenschaft gibt es dafür das *Peer-Review* Verfahren (peer heißt „Gleichrangiger“ und review lässt sich mit „Begutachtung“ übersetzen. *Peer-review* heißt so viel wie „Begutachtung eines Gleichrangigen“). Dieses soll die Qualität von wissenschaftlichen Veröffentlichungen in Fachjournalen, sogenannten Publikationen, sehr hoch halten. Aber was heißt das genau? Und hält das Verfahren das, was es verspricht?

Das Peer-Review Verfahren

In einem *Peer-review* Verfahren begutachten sogenannte *Peers* – unabhängige Wissenschaftler*innen aus dem gleichen Fachgebiet – einen Artikel, der in einer dafür passenden Fachzeitschrift (Journal), veröffentlicht werden soll. Die *Peers* prüfen diesen Artikel u.a. auf Relevanz des Themas für das Journal, der methodischen Durchführung und dem wissenschaftlichen Mehrwert. Die oberste Priorität für den *Peer* ist es, beim *Review* objektiv zu bleiben. In der Praxis lässt sich dieses schwer zu 100% durchführen, sodass Journals dazu übergegangen sind, zwei Begutachtungsverfahren anzubieten. Zum einen gibt es das *single-blind*-Verfahren, bei dem der Verfasser des Artikels nicht weiß, welche *Peers* seinen Artikel begutachtet haben.

Zum anderen gibt es das *double-blind* Verfahren, bei dem zusätzlich auch der *Peer* nicht weiß, wer den Artikel geschrieben hat (siehe Abb. 1).

Single-blind Verfahren



Double-blind Verfahren



Abb. 1: Visualisierung des *single-blind* und *double-blind* Verfahrens

Zum Ablauf des Peer-Review Verfahrens

Wird ein Artikel eingereicht, so wird dieser gemäß dem *Peer-Review* Verfahren von mindestens einem und im besten Fall zwei oder drei unabhängigen Wissenschaftler*innen gelesen, kommentiert und ein Gutachten geschrieben. Nach Begutachtung des Artikels bekommt der Verfasser ein passendes Feedback (Abb. 2): 1. Artikel passt und eignet sich so zur direkten Veröffentlichung (*accepted*), 2. Artikel grundsätzlich passend, aber muss geringfügig überarbeitet werden (*minor revision*), 3. Artikel bedarf starker Überarbeitung (*major revision*) oder 4. Artikel wird vorerst oder ganz abgelehnt (*rejected*). Bei Überarbeitung des Artikels wird dieser anschließend erneut eingereicht und unterläuft einer zweiten Begutachtung. Bei erfolgreicher Begutachtung ist der Artikel „druckreif“ und damit angenommen (*accepted*). Das *Peer-Review*-Verfahren verbessert die Qualität der Artikel, wenn es so objektiv wie möglich geschieht. Jedoch gibt es auch kritische Stimmen gegenüber diesem Verfahren, etwa

wenn der *Peer* seine Konkurrenz schwächen möchte, sich nicht gut genug mit dem Fachgebiet auskennt oder den Artikel nicht sorgfältig durchliest.

Das Peer-Review Verfahren

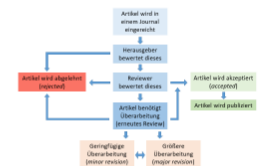


Abb. 2: Darstellung des *Peer-Review* Prozesses

Abbildung 49. Unterrichtsmaterial NOS Seite 6/7

Aufgaben:

Aufgabe 1: Erweitere deine *Mind-Map* zu „Bestandteile biologischer Forschung“ mit den Eindrücken vom Darwin-Tag 2022 und den Unterrichtsmaterialien. Alternativ kannst du die *Mind-Map* auch neu gestalten.

Aufgabe 2: Du bist nun in der Rolle einer*s Wissenschaftskommunikators*in und sollst über einen Forschungsaspekt auf einem *Social Media* Kanal berichten. Suche dir dafür einen für dich interessanten Aspekt innerhalb deiner *Mind-Map* heraus. Schreibe anschließend einen kurzen, anonymen Beitrag, indem du versucht diese Facette von Forschung möglichst verständlich deinen Klassenkameraden näherzubringen (3-4 Sätze).

- Tipps und Infos zum Schreiben eines kurzen *Social-Media* Beitrages**
- **Botschaft:** Was wollt ihr genau vermitteln? Welche Informationen sind hierfür relevant?
 - **Zielgruppe:** Für wen schreibt ihr diesen *Social-Media* Beitrag, wer sind eure Follower*innen?
 - **Format:** Wie kann ich die Inhalte in eine spannende, motivierende, unterhaltsame Story bringen?

Aufgabe 3: Bereite mit deinen Mitschüler*innen Lose für die Klasse vor und zieht verdeckt einen Namen. Dieser erhält auf anonymen Weg, z.B. durch die Lehrkraft, deinen *Social-Media* Beitrag und soll diesen so objektiv wie möglich bewerten. Schreibe dafür ein schriftliches Feedback und markiere die betreffenden Stellen im Beitrag wie z.B. Rechtschreibfehler, anderer Aufbau usw. Eure Lehrkraft sammelt nun die Beiträge wieder ein und überbringt diese dem Verfasser*in.

Abbildung 50. Unterrichtsmaterial NOS Seite 7/7

Überführen der Designrichtlinien in Gestaltungshinweise an die Vortragenden zum Darwintag 2022

Liebe Vortragende zum Darwintag 2022,

auch in diesem Jahr nutzen wir den Darwintag, um darüber nachzudenken, wie man Formate für Teile der Öffentlichkeit verbessern kann. Dazu haben sich die Veranstalter*innen des Darwintages mit dem IPN Kiel zusammengeschlossen und in enger Zusammenarbeit eine didaktische Begleitung (z.B. Evaluationen, Interviews, Prä- und Post-Erhebungen) entworfen.

Basierend auf der Begleitforschung zum Darwintag haben wir Ihnen einige didaktische Anregungen hierzu zusammengestellt. Vielleicht können wir Sie so ein wenig bei ihrer Vorbereitung unterstützen oder auch einige neue Impulse für den Vortrag mit auf dem Weg geben:

I. Wie über Metaorganismus-Forschung sprechen?

1) Verbreitete Vorstellungen wie das schlechte Image von Bakterien aufgreifen und durch Ihre Forschung ein positives Image von Bakterien aufbauen

Bei unseren Untersuchungen kam heraus, dass Lehrkräfte als Vermittler*innen biologischer Inhalte häufig das schlechte Image von Bakterien als Krankheitserreger und „Störender Faktor in gesunden Systemen“ an ihre Schüler*innen im Unterricht weitergeben. Mit Hilfe Ihrer Forschung können Sie einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass Schüler*innen immer mehr ein positives Image zu Bakterien entwickeln. Hierzu können Faktoren wie die Einbeziehung der Umwelt als einflussnehmender Faktor oder das Einbringen der Neutralität von Bakterien weiterhelfen.

2) Die eigenständige Rolle von Mikroorganismen in einem Metaorganismus verdeutlichen

Einige Schüler*innen unserer Befragung haben Schwierigkeiten, die Rolle von Mikroorganismen in einem Metaorganismus zu verstehen. Sie Mikroorganismen als eigenständige Organismen mit eigenen Aufgaben diese in einem Metaorganismus zu verstehen.

3) Erläutern Sie, in welcher partnerschaftlichen Beziehung stehen

Unsere Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass die Abhängigkeitsverhältnisse zwischen Mikroorganismen in einem Metaorganismus ein klareres Bild dieser Beziehungen sein könnten. Konzepte aus der Schule wie das der Symbiose könnten durch Ihre Forschungsergebnisse und auf beide Perspektiven dieses Zusammenlebens eingehen.

II. Wie gebe ich vielfältige Einblicke in Forschung?

4) Vielfältige Einblicke in Ihre Forschungsprozesse geben

Einer der wichtigsten Faktoren für den Besuch des Darwintages sind Einblicke in die Forschungsprozesse von Forschenden. Was für sie möglicherweise alltäglich und selbstverständlich sein kann für Schüler*innen besonders interessant sein wie die Verdeutlichung ihrer Arbeitsweise. Geben Sie gerne Einblicke in diese Art des Zusammenarbeitens, den Mehrwert oder die Herausforderungen anhand Ihrer Forschung. Aber auch andere Einblicke sind für Schüler*innen interessant, wie die Verbreitung von Forschungsergebnissen von Grundlagenforschung oder der gesellschaftliche Nutzen Ihrer Arbeit. Hierfür bieten sich z.B. Videos aus dem Forscheralltag und Arbeitsplatz zu zeigen oder die Forschungsstrukturen.

5) Persönliche Verbindung zur Forschung sichtbar machen

Ein persönlicher Zugang zu Forschung kann Schüler*innen dabei helfen, sich mehr mit Wissenschaft zu identifizieren. Gibt es Stellen, an denen Sie Ihnen Einblicke in Ihre persönliche Motivation oder Ihren Berufsalltag geben können?

6) Authentische Einblicke in vielseitige Erkenntniswege mit Höhen und Tiefen

Unsere Forschungsergebnisse zeigen, dass Forschende häufiger als allwissend wahrgenommen werden, da Schüler*innen in der Schule vermehrt nur das „gesicherte Wissen“ abstrakter Genies aus der Forschung kennenlernen. Um diese Vorstellungen vielmehr der Lebensrealität von Forschenden anzugleichen, könnten Sie deutlich machen, dass Sie zwar ein Experte auf Ihrem Forschungsgebiet sind, aber nicht immer

Umsetzung im Material: Wissenschaftler*innen überhaupt darüber informieren, dass Einblicke in ihren Forschungsprozess für Schüler*innen und ihre Lehrkräfte neben den Forschungsinhalten nicht nur besonders spannend sind, sondern mit als wichtigster Faktor gesehen werden den Darwintag zu besuchen (siehe Ergebnisse Studie 1 und Kategoriensystem 33-36).

Umsetzung im Material: Hinweis, dass persönliche Motivation oder Emotionen als wichtiger Faktor gilt, andere für die eigene Forschung zu begeistern und Interesse zu wecken.

Abbildung 51. Gestaltungshinweise an die Vortragenden des Darwintages 2022

Umsetzung im Material: Abwägen der Inhalte, indem authentische (und keine beschönigten) Einblicke in Forschung gegeben werden, aber auch Lust auf Forschung machen.

Handreichung an Lehrkräfte zum Unterrichtsmaterial über Forschungsprozesse

Im Folgenden wird die Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial kurz vorgestellt.

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Vielfältige Einblicke in Metaorganismus-Forschung geben“

Liebe Lehrkräfte,
die folgende Handreichung möchte Ihnen wertvolle Hinweise beim Durchführen der Unterrichtseinheit „Vielfältige Einblicke in Metaorganismus-Forschung geben“ mit auf den Weg geben:

Ziele der Unterrichtseinheit:

- Neue Einblicke in das Forschungsfeld der Metaorganismus-Forschung bieten, die Sie sonst nicht so bekommen könnten.
- Anregungen bieten, wie Sie neue Inhalte moderner Forschung leicht in ihren Unterrichtsalltag integrieren können.
- Einen Beitrag zur *scientific literacy* leisten, indem Forschung als vernetztes System des einzelnen Forschenden, dem Zusammenwirken mit anderen Forschenden und ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft verstanden wird.

→ **Übergeordnetes Ziel:** Vielfältige Einblicke in Forschung und ihre Strukturen innerhalb eines Forschungsverbundes wie dem Sonderforschungsbereich 1182 (SFB 1182) für SchülerInnen und Schüler (SuS) zugänglich machen und so das Wissenschaftsverständnis der SuS erweitern.

Ideen zu Einsatzmöglichkeiten der Unterrichtseinheit:

1. Die einzelnen Einheiten des Unterrichtsmaterials können entweder als Vorbereitung oder Nachbereitung zum Darwintag genutzt werden.
2. Die Einheit kann auf einem digitalen Endgerät von Schüler*innen selber bearbeitet werden (siehe Website des Kiel Evolution Center: <https://www.kec.uni-kiel.de/outreach/Darwintag.php>).
3. Sie können einzelne Bausteine dieser Einheit verwenden und z.B. auf die Lerngruppe konkret anpassen (auch unabhängig vom Darwintag).

Bei weiteren Fragen melden Sie sich gern unter folgender E-Mail Adresse: clausen@leibniz-ipn.de

Das vorliegende Unterrichtsmaterial sowie die dafür angefertigte Lehrerhandreichung wurde von Christina Clausen (Doktorandin am IPN Kiel) entwickelt und unterliegt – sofern nicht anders angegeben – der Creative Commons Lizenz CC BY-SA 4.0 (für den vollständigen Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/ger/>).

Abbildung 53. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 1/4

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Vielfältige Einblicke in Metaorganismus-Forschung geben“

Hintergrundinformationen zum Unterrichtsmaterial

Fachliche Anmerkung

Zum Fachinhalt der Metaorganismus-Forschung:
Der Darwintag ermöglicht jedes Jahr Einblicke in moderne Forschung, bei der in den letzten Jahren ein Thema immer wieder vorkommt: Die Metaorganismus-Forschung im Sonderforschungsbereich 1182 an der Universität Kiel. Hier werden Metaorganismen, d.h. Organismen wie Schwämme, Mäuse oder Affen mit ihren interagierenden Mikroorganismen (Bakterien, Einzeller, Pilze) untersucht und so Grundlagenforschung mit gesellschaftlichen Herausforderungen in Gesundheit, Landwirtschaft und Nachhaltigkeit verknüpft. Weiterführende Informationen zur Metaorganismus-Forschung finden Sie hier: [\[QR-Code\]](#)

Hinweis zur vorgestellten Metaorganismus-Forscherin:
Statt der Einführung abstrakter Forscher*innen wird hier Frau Dr. Lara Schmittmann vorgestellt, die am GEOMAR zu Metaorganismen forscht und am Darwintag 2021 und 2022 von ihrer Forschung berichtete. Die Vorträge wurden außerdem aufgezeichnet und finden Sie hier: [\[QR-Codes\]](#)

Laras Vortrag Darwintag 2021: [\[QR-Code\]](#) und Darwintag 2022: [\[QR-Code\]](#)
Tipp: Übersagen eignen sich ebenfalls für andere Vorträge am Darwintag dazu diese konkret oder in Auszügen in Ihren Unterricht zu integrieren!

Didaktische Anmerkung

Idee: SuS und ihre Lehrkräfte wünschen sich am Darwintag vor allem mehr Einblicke in den Erkenntnisprozess von Wissenschaft. Daher baut das Material auf einem Nature of Science Modell auf, nämlich dem *Family Resemblance Approach (FRA)*, in dem moderne Wissenschaft nicht als fragmentierte und eingeschränkte Sammlung von Forschungspunkten wahrgenommen werden soll, sondern vielmehr das Zusammenspiel verschiedenster Aspekte einer modernen und komplexen Wissenschaft erkennbar wird.

Umsetzung im Material:

- Innerer Kreis:** Diese Ebene bezieht sich stark auf die Arbeit des einzelnen Forschenden mit seinen Methoden, Zielen, Wissen und Regeln (Abb. 1).
- Mittlerer Kreis:** Die mittlere Ebene verbindet die Arbeit des Forschenden mit dessen Arbeitsgruppe, dem Forschernetzwerk oder anderen Kooperationspartnern und meint soziale Werte wie Ehrlichkeit beim Forschen oder die Vertretung der Erkenntnisse in wissenschaftlichen Artikeln.
- Äußerer Kreis:** Die äußere Ebene verdeutlicht die Verbindung mit anderen Bereichen aus der Gesellschaft wie die Finanzierung, der Einfluss von Politik oder die Struktur von Forschungsstellen.

Abb. 1: Eigene Darstellung des FRA-Ansatzes nach Eriksson und Dagher (2014)

Das vorliegende Unterrichtsmaterial sowie die dafür angefertigte Lehrerhandreichung wurde von Christina Clausen (Doktorandin am IPN Kiel) entwickelt und unterliegt – sofern nicht anders angegeben – der Creative Commons Lizenz CC BY-SA 4.0 (für den vollständigen Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/ger/>).

Abbildung 54. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 2/4

Lehrerhandreichung zum Unterrichtsmaterial „Vielfältige Einblicke in Metaorganismus-Forschung geben“

Tipp:
Auf der letzten Seite (S. 6) finden Sie ein Glossar mit wichtigen Fachbegriffen über Laras Beispiel aus der Metaorganismus-Forschung.

Hintergrundinformationen - Nature of Science:
Basierend auf dem

1. Abschnitt: Fokussiert sich auf die Arbeit der Forschenden Lara mit ihren Zielen und Methoden und findet sich hier unter dem Abschnitt „Personen“ wieder.
2. Abschnitt: Spricht die Arbeit der Forschenden in ihrer interdisziplinären Arbeitsgruppe an und fokussiert hier explizit den Abschnitt „Zusammenarbeit“.
3. Abschnitt: Hierunter werden Bezüge von Wissenschaft auf die Gesellschaft wie etwa deren Finanzierung und übergreifende Struktur im Forschungsverbund verstanden. Zu finden unter: „Gesellschaftliche Einflüsse“.

Achtung!
Stellen Sie auch sicher, dass die Verknüpfungen zwischen den drei Textelementen hergestellt werden etwa durch das Einbauen von Rückfragen, Reflexionsphasen, Transferaufgaben.

Tipp:
Die Mind Map kann von SuS allein ausgefüllt werden oder alternativ im Klassenverbund zusammen erstellt werden.

Hintergrund zur Interdisziplinarität
Herausforderung: Unsere Studie ergab, dass SuS Schwierigkeiten hatten, interdisziplinäres Arbeiten zu definieren sowie dieses abzugrenzen von anderen Arbeitsformen wie dem fachübergreifenden Arbeiten.
Lösungsansatz: Eine dreigliedrige Aufgabenstruktur entlang der Kompetenzbereiche zu Reproduktion (Aufg. 1), Zusammenhänge herstellen (Aufg. 2) sowie Verallgemeinern (3. Aufg.).
Designintention: Ein besseres Verständnis über interdisziplinäre Forschung erlangen, weil diese etablierte Arbeitsweise in der Forschung dazu verhilft, komplexe und zukunftsorientierte Probleme unserer Gesellschaft besser lösen zu können.

Das vorliegende Unterrichtsmaterial sowie die dafür angefertigte Lehrerhandreichung wurde von Christina Clausen (Doktorandin am IPN Kiel) entwickelt und unterliegt – sofern nicht anders angegeben – der Creative Commons Lizenz CC BY-SA 4.0 (für den vollständigen Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/ger/>).

Abbildung 52. Lehrerhandreichung NOS-Unterrichtsmaterial 3/4

Umsetzung im Material: Die entwickelte Lehrerhandreichung hat das Ziel sicherzustellen, dass Lehrkräfte eine niedrigschwellige und kurze Einarbeitung in das Material haben und das Material auch im Unterricht einsetzen.

Seite 1: Kurze Einführung in die Ziele der Unterrichtseinheit, die Einsatzmöglichkeiten der Unterrichtseinheit (linke Seite). Zudem kurze Einführung wie man die Lehrerhandreichung bedürfnisgerecht liest und schnell einen Überblick bekommt (rechte Seite).

Seite 2: Hintergrundinformationen zum Fachinhalt der Metaorganismus-Forschung, weil dieser noch keinen Einzug in das Curriculum erhalten hat sowie zur vorgestellten Forscherin (linke Seite). Weitere Informationen zum *Nature of Science*-Konzept als verwendete Grundlage zum Material.

Seite 3: Vierteilige Struktur der Tipps durch 1. Informationen zu verwendeten Konzepten oder grundlegenden Begriffen, 2. Praktische Tipps für den Unterrichtsalltag z.B. bei der Handhabung oder methodischen Varianz sowie 3. Informationen zur vorgestellten Wissenschaftlerin sowie 4. Dringende Hinweise in der schulischen Umsetzung bei Hindernissen z.B. in Form von Rückkopplungen oder dem Mitbringen des Darwintag-BINGOs im Audimax.

Nachbereitungsmaterial vergangener Darwintage

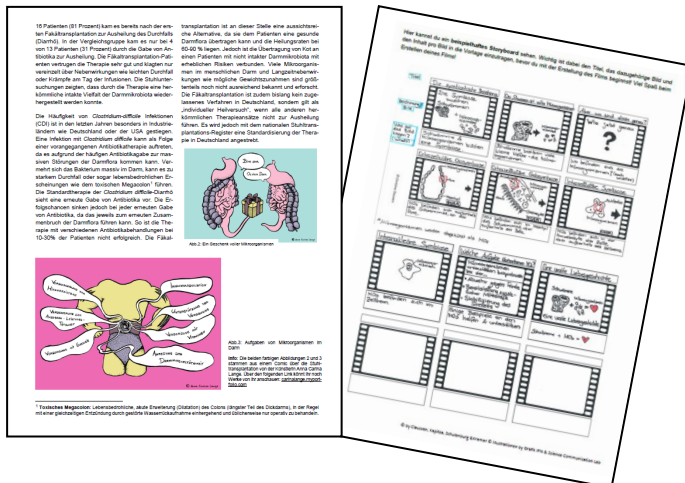


Abbildung 57. Weitere Verknüpfungen mit dem Unterrichtsmaterial zur Nachbereitung des Darwintages

Spezifische Designrichtlinie: Selbst Videos z.B. mit der Stop-Motion-Technik gestalten, indem Schüler*innen verschiedene Aspekte von Forschungsprozessen kreativ umsetzen und dies als Nachbereitung zum Darwintag einsetzen.

Umsetzung im Material: Kreative und vertiefte Auseinandersetzung mit einem Thema am Darwintag wie hier der Fäkaltransplantation. Dadurch wird ein Thema tiefer durchdrungen und im Transfer in ein anderes Produkt überführt.

5 Studie 3 - Reflektion

In der dritten und letzten Phase des DBR-Zyklus dieser Arbeit wurden Interviews mit Lehrkräften und Wissenschaftler*innen sowie Organisator*innen durchgeführt. In dieser dritten Phase werden die entstandenen Bildungsprodukte evaluiert und ggf. weiter angepasst z.B. hinsichtlich der praktischen Einsetzbarkeit, Verständnisschwierigkeiten der Zielgruppe oder Chancen und Herausforderungen im Unterricht. Zusätzlich wird auf Seiten der Organisator*innen eine umfassende Reflexion hinsichtlich der Entwicklung des Darwintages im Rahmen der letzten vier Jahre durchgeführt.

5.1 MATERIAL UND METHODEN

Um die entwickelten Produkte und Prozesse evidenzbasiert zu reflektieren, wurden Interviews mit den kommunizierenden Wissenschaftler*innen sowie Interviews mit den teilnehmenden Lehrkräften zum Darwintag 2022 durchgeführt sowie zusätzlich zwei Interviews mit Personen des Organisationsteams zum Darwintag. Während dieser Interviews wurde über die begleitenden Bildungsprodukte zum Darwintag gesprochen (konkret meint dies das Unterrichtsmaterial und die Lehrerhandreichung). Die Organisator*innen wurden zusätzlich auf einer übergeordneten Ebene im Hinblick auf die persönlich wahrgenommene Entwicklung der letzten Darwintage befragt.

5.1.1 Interviewstudie mit vortragenden Wissenschaftler*innen zum Darwintag 2022

Die Interviews der Wissenschaftler*innen dienen vor allem dazu, einen vertieften Eindruck in die Wahrnehmung und den Umgang mit den beigefügten Gestaltungshinweisen für den Vortrag zum Darwintag zu erhalten sowie dem Angebot der didaktischen Beratungen anlässlich der gehaltenen Vorträge zum Darwintag.

5.1.1.1 Stichprobe der kommunizierenden Wissenschaftler*innen

An der Interviewstudie zum Darwintag nahmen die Vortragenden aus drei von vier Vorträgen teil, die allesamt Metaorganismus-Forschende sind und einen biologischen Forschungshintergrund vorweisen. Ein Interview fand aufgrund einer persönlichen Angelegenheit zum Darwintag mit drei Wissenschaftlerinnen gemeinsam statt, da die ursprünglich Vortragende kurzfristig verhindert war und zwei ihrer Kolleginnen (eine Doktorandin und ein Post-Doc) wenige Tage vor dem Vortrag am Darwintag einsprangen und den Vortrag gemeinsam hielten. Am Interview nahmen damit die ursprünglich Vortragende und die beiden tatsächlich Vortragenden teil. Das Altersspektrum der interviewten Wissenschaftler*innen betrug dies zwischen 30 und 45 Jahren. Drei Vortragende sind als Post-Docs einzustufen, wovon zwei Post-Docs wenig bis gar keine Erfahrung im Feld der Wissenschaftskommunikation haben und eine Person über mehr Erfahrung verfügte. Zusätzlich nahmen noch am Gespräch eine eingespungene Doktorandin mit wenig Erfahrung im Bereich Wissenschaftskommunikation teil sowie die ursprünglich haltende Professorin mit grundlegenden Erfahrungen in diesem Bereich.

In den Interviews wurde sich mehrfach auf einzelne Aspekte auf den Vortragsfolien bezogen, die in der Ergebnispräsentation ebenfalls passend zum Interviewausschnitt der Vortragenden Person hinzugefügt wurden. In dieser Analyse wurden vor allem exemplarisch Einblicke in die mögliche Überführung der Gestaltungshinweise zum Vortrag gegeben.

5.1.1.2 Datenerhebung nach dem Darwintag

Die halbstrukturierten Interviews mit den kommunizierenden Wissenschaftler*innen am Darwintag (siehe Leitfaden im Anhang L) wurden einige Monate nach dem Darwintag im Februar und März 2023 digital über *Big Blue Button* gehalten. Im Vorfeld des Darwintages wurde sichergestellt, dass alle Vortragenden die Gestaltungshinweise zum Darwintag erhalten haben. Die Interviews fingen mit den Eindrücken zu den Gestaltungshinweisen an (Umfang, Menge und dreiteilige Struktur). Auf inhaltlicher Ebene wurde gefragt, welche Hinweise in der Vorbereitung des Vortrages besonders geholfen haben (Z.B. durch Illustration an einem Beispiel). Anschließend ging es um die Zukunftsperspektive und inwieweit der Darwintag aktuelle Forschung noch besser vermitteln könnte. Zum Abschluss wurde gefragt, was und inwieweit sich Wissenschaftler*innen Unterstützung im Feld der Wissenschaftskommunikation wünschen.

Die Interviews dauerten im Schnitt zwischen 25-40 Minuten an und wurden in deutscher Sprache gehalten. Im Vorfeld des Interviews stimmten alle Teilnehmer*innen einer Audioaufzeichnung sowie der anonymen Verwendung ihrer Daten für weitere Forschungsvorhaben zu.

5.1.1.3 Datenanalyse

Nach Beendigung der Interviews wurden die Audioaufnahmen von der Doktorandin transkribiert (siehe Transkriptionsregeln im Anhang), anonymisiert und auf Grundlage der Interviewinhalte analysiert.

Als Datengrundlage galten die gehaltenen Interviews sowie die Vorträge aus dem Darwintag 2022 (durch die Veröffentlichung auf YouTube). Als Grundlage für die Analyse galten die ausgehändigten Gestaltungshinweise für 2022, die seit 2020 auf Grundlage der didaktischen Begleitforschung dieser Arbeit weiterentwickelt wurden.

5.1.2 Interviewstudie mit begleitenden Lehrer*innen zum Darwintag 2022

Bezüglich der begleitenden Lehrkräfte zum Darwintag 2022 und die entwickelten Unterrichtsmaterialien sowie die dazugehörige Lehrerhandreichung wurden ebenfalls halbstrukturierte Interviews zur Reflektion durchgeführt. Diese verfolgten das Ziel mehr über die Einsatzmöglichkeiten der Materialien und den schulpraktischen Eindruck der Lehrkräfte zum Material zu erhalten.

5.1.2.1 Stichprobe der Lehrkräfte

An der Interviewstudie nahmen vier Lehrkräfte teil, die allesamt mehrjährige Erfahrung mit dem Darwintag an der CAU Kiel vorweisen können. Hinsichtlich der Auswahl der interviewten Lehrkräfte wurde versucht ein Spektrum an unterschiedlichen Lehrkräften in Bezug auf Alter, Berufserfahrung und Schulart abzudecken. Dazu kommt, dass zwei der vier Lehrkräfte zusätzlich an der zweiten Studie dieser Arbeit teilnahmen und deshalb schon in Ansätzen mit den Ideen zum Material vertraut waren. Die abgedeckte Altersspanne der interviewten Lehrkräfte lag bei 30-66 Jahren. Eine interviewte Lehrkraft ist erst seit kürzerem im Schuldienst tätig, aber verfügt über eine mehrjährige Forschungserfahrung im fachdidaktischen Bereich, zwei Lehrkräfte sind seit mehreren Jahren im Schuldienst sowie eine der vier Interviewten steht kurz vor dem Ruhestand und verfügt über jahrzehntelange Unterrichtserfahrung. Hinsichtlich der unterrichteten Schulart unterrichten zwei Lehrkräfte am Gymnasium und zwei Lehrkräfte an einer Gemeinschaftsschule mit Oberstufe.

5.1.2.2 Datenerhebung nach dem Darwintag

Die halbstrukturierten Interviews mit den Lehrkräften (siehe Leitfaden im Anhang M) wurden einige Monate nach dem Darwintag im Februar und März 2023 digital über *Big Blue Button* gehalten. Im Vorfeld des Interviews wurden allen teilnehmenden Lehrkräften das Unterrichtsmaterial sowie die dazugehörige Lehrerhandreichung nochmal per E-Mail zugesendet. Die Interviews starteten mit dem Umgang der Lehrerhandreichung und der Lehrereinschätzung etwa zum Umfang, Inhalt und der Struktur. Weitergehend wurden diese Aspekte auf das Unterrichtsmaterial angewendet und Gründe zum Einsatz der Materialien genannt. Einige Lehrkräfte gaben zudem detailliertes Feedback zum Material sowie mögliche Verbesserungsvorschläge.

Die durchschnittliche Länge der Interviews betrug zwischen 15-40 Minuten, je nachdem wie detailliert auf das Material verwiesen wurde. Die Einzelinterviews wurden in deutscher Sprache gehalten und alle Teilnehmer*innen stimmten einer Audioaufzeichnung sowie der anonymen Verwendung ihrer Daten für Forschungszwecke zu.

5.1.2.3 Datenanalyse

Nach Beendigung der Interviews wurden die Audioaufnahmen von der Doktorandin transkribiert (siehe Transkriptionsregeln im Anhang C), anonymisiert und hinsichtlich der Inhalte analysiert.

5.1.3 Auswertungsmethode der Interviews mit Wissenschaftler*innen und Lehrkräften entlang von *Conjecture Maps*

Um die Ergebnisse der Studie 3 im DBR-Ansatz dieser Arbeit systematisch besser einordnen zu können, wird in diesem Kapitel auf die Methode der *Conjecture Map* nach Sandoval (2014) zurückgegriffen. Die *Conjecture Map* wird nachträglich zur dritten Studie als Hilfsmittel zur systematischen Ergebnisdarstellung verwendet, um die Zusammenhänge vom evidenzbasiertem Design und ihrer Wirkung hinsichtlich verschiedener beteiligter Gruppen (1. Wissenschaftler*innen und 2. Lehrkräfte) für den Rezipienten zusammenhängend sichtbar zu machen.

Die Grundidee hinter der *Conjecture Map* nach Sandoval (2014) meint einen Ansatz zur Spezifizierung von Designbeziehungen in einem Lernkontext vornehmlich bei Schüler*innen (siehe auch Kapitel 2. im theoretischen Hintergrund dieser Arbeit). In dieser Studie wird der Ansatz von *Conjecture Maps* auf die Ebene der Wissenschaftler*innen und Lehrkräfte als zentrale Rolle erweitert (siehe auch Ryan & DiLiema, 2023). Schüler*innen als Zielgruppe des Darwintages werden im Rahmen einer begleitenden Masterarbeit zum Darwintag separat untersucht und sind nicht zentraler Analysebestandteil der Reflektionsphase dieser Forschungsarbeit.

5.1.3.1 Generelles Vorgehen bei den Wissenschaftler*innen entlang der *Conjecture Map*

Hinsichtlich der Forschungsfrage wurde spezifisch für die Wissenschaftler*innen als Kommunikatoren des Darwintages zu Beginn des Projektes die folgende Forschungsfrage aufgestellt:

Über welchen Einfluss berichten die kommunizierenden Wissenschaftler*innen zum Darwintag hinsichtlich der didaktischen Begleitung durch Naturwissenschaftsdidaktiker*innen?

Bezogen auf die übergeordnete Forschungsfrage wurde folgende **Vermutung** gestellt:

Übergeordnete Vermutung

Wenn die vortragenden Wissenschaftler*innen die Bildungsprodukte der didaktischen Begleitung (didaktische Beratung, Gestaltungshinweise) verwenden, dann führt dieses zur expliziten Reflexion ihrer eigenen Forschung hinsichtlich der Vermittlung an Schüler*innen.

Die didaktische **Ausgestaltung** der Wissenschaftler*innen beinhaltet dabei unter anderem die Instrumente der Gestaltungshinweise und der didaktischen Beratung (siehe auch Kapitel ... sowie Anhang..). Beide Angebote sind flexibel bei oder nach der Fertigstellung des Vortrages zum Darwintag einzusetzen:

Ausgestaltung

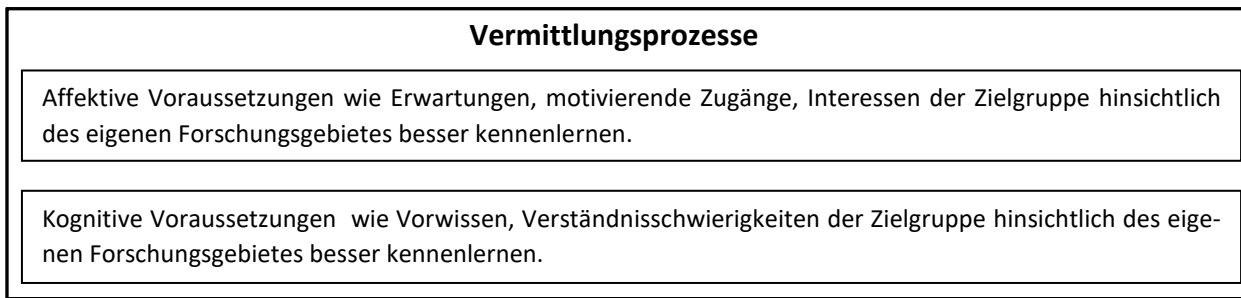
Instrumente

Dreiteilige Gestaltungshinweise an die Vortragenden vor dem Darwintag (Umfang 2 DIN4 Seiten):

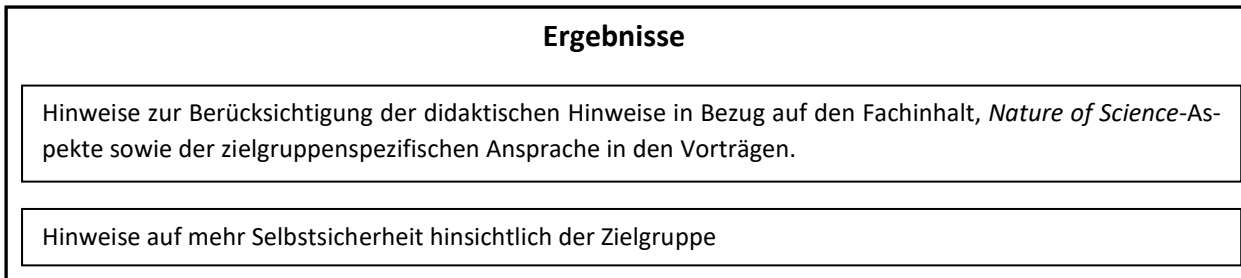
1. Wie über Metaorganismus-Forschung sprechen? (3 Hinweise)
2. Wie gebe ich vielfältige Einblicke in Forschung? (3 Hinweise)
3. Wie kann ich die Zielgruppe am besten erreichen? (4 Hinweise)

Angebot zur didaktischen Beratung der Vortragenden vor dem Darwintag – z.B. das gemeinsame Durchsprechen des Vortragsentwurfes zum Darwintag oder der informelle, generelle Austausch.

Zwischen der Ausgestaltung und den **Vermittlungsprozessen** stehen die **Designannahmen**. Diese stehen im direkten Zusammenhang mit den formulierten Designrichtlinien nach Kali (2006) in der 2. Studie (siehe Kapitel 4.5 & 4.10, sowie S. zu den Gestaltungshinweisen). Die Designrichtlinien intendierten folgende Vermittlungsprozesse bei den Wissenschaftler*innen:



Nach den Vermittlungsprozessen folgen als nächstes die zu erwarteten **Ergebnisse**.



Bezüglich der Ergebnisse wurden die Interviews analysiert sowie Vorschläge zur Verbesserung der Gestaltungshinweise und des Darwintages identifiziert. Die gesamte nachgezeichnete *Conjecture Map* bei Wissenschaftler*innen sieht folgendermaßen aus (siehe Abbildung 58):

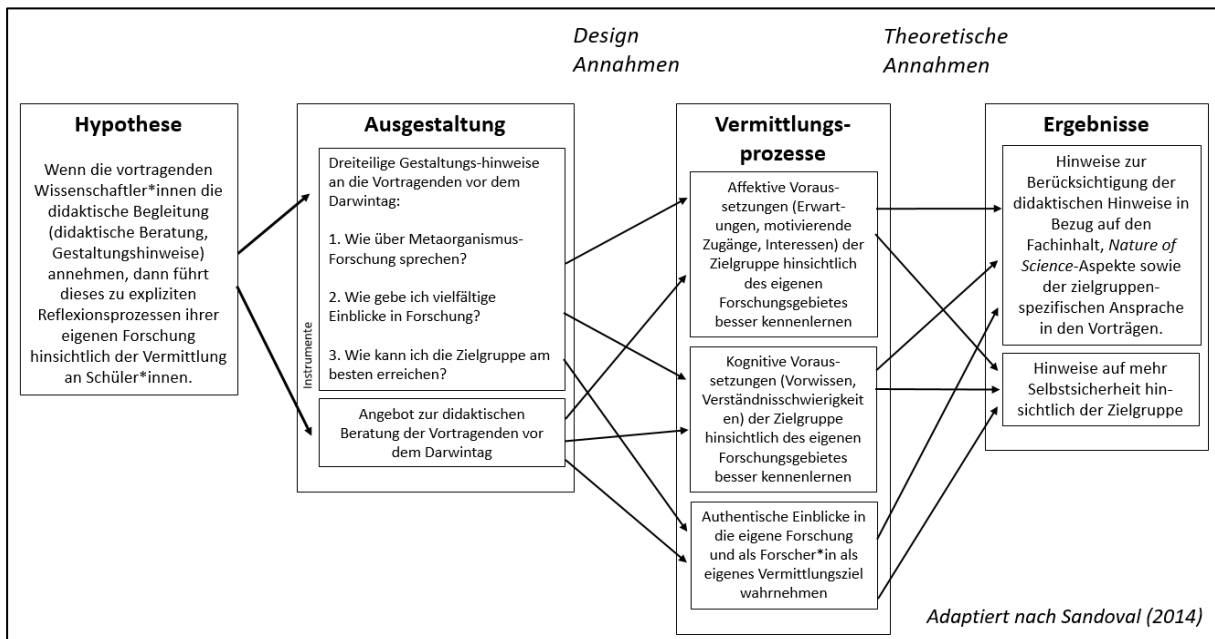


Abbildung 58. Conjecture Map nach Sandoval (2014)

5.1.3.2 Ergebnisse zur Interviewstudie mit begleitenden Lehrkräften zum Darwintag

Hinsichtlich der Forschungsfrage wurde spezifisch für die Lehrkräfte des Darwintages zu Beginn des Projektes die folgende Forschungsfrage aufgestellt:

Welche Gründe nennen die vermittelnden Lehrkräfte hinsichtlich des Einsetzens von Begleitmaterialien mit einer dazugehörigen Lehrerhandreichung zum Darwintag in ihrem naturwissenschaftlichen Unterricht?

Bezogen auf die übergeordnete Forschungsfrage wurde folgende **Hypothese** gestellt:

Hypothese

Das zusammen designte Unterrichtsmaterial sowie die dazugehörige Lehrerhandreichung führen bei den Lehrkräften dazu, dass sie vielfältige Gründe nennen können das Material im Unterricht einzusetzen

Die didaktische **Ausgestaltung** für die Lehrkräfte beinhaltete dabei unter anderem speziell für den Darwintag designte Unterrichtsmaterialien mit Einblicken in moderne Forschung sowie Lehrerhandreichungen mit Hinweisen zum Unterrichten (siehe auch Kapitel ... sowie Anhang).

Ausgestaltung

Material

Speziell angepasstes Unterrichtsmaterial zum Darwintag mit vielseitigen Facetten von Forschung (u.a. Interdisziplinäres Forschen, die über den Schulstoff hinausgehen)

Aufgabenstruktur

Nachvollziehen wie moderne Forschung aussehen kann, wie ihre Formen der Zusammenarbeit gestaltet sind und was gesellschaftliche Implikationen sind

Instrumente

Erstellung von vierteiligen Tipps zum Unterrichtsmaterial mit Pfeilen und Unterrichtsblättern im verkleinerten Format

Zwischen der Ausgestaltung und den **Vermittlungsprozessen** stehen die **Designannahmen**. Diese stehen im direkten Zusammenhang mit den formulierten Designrichtlinien nach Kali (2006) in der 2. Studie (siehe Kapitel 4.5 & 4.10, S.... zu den Gestaltungshinweisen). Die Designrichtlinien intendierten folgende Vermittlungsprozesse bei den Wissenschaftler*innen:

Vermittlungsprozesse

Bewusstsein für Chancen und Herausforderungen zum Einsatz der Materialien durch die Lehrerhandreichung erweitern - damit Adaptionfähigkeit und Nutzung der didaktischen Angebote fördern

Nach den Vermittlungsprozessen folgen die intendierten **Ergebnissen**.

Ergebnisse

Wahrnehmung von wichtigen Themen zur Integrierung in die Schule

Niedrigschwelliger Zugang zum Unterrichtsmaterial durch die Lehrerhandreichung

Bezüglich der Ergebnisse wurden die Interviews analysiert sowie Vorschläge zur Verbesserung der Gestaltungshinweise und des Darwintages identifiziert. Die gesamte nachgezeichnete *Conjecture Map* bei Lehrkräften ist nachfolgend zu betrachten (Abbildung 59).

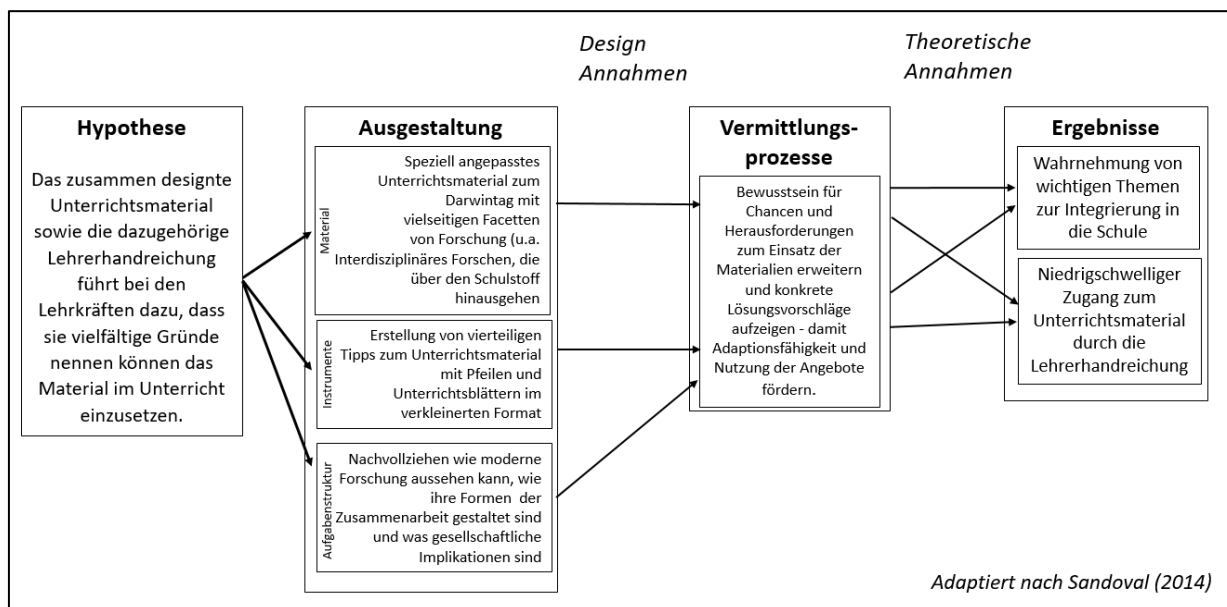


Abbildung 59. *Conjecture Map* der Lehrkräfte

5.1.4 Interviewstudie mit Organisator*innen zum Darwintag

Ergänzend zu den Perspektiven von beteiligten Lehrkräften und Vortragenden wurden halbstrukturierte Einzelinterviews mit zwei der Organisator*innen zum Darwintag geführt. In diesen Interviews erstreckt sich die Reflektion zum Darwintag über mehrere Jahre, indem die evidenzbasierten Entwicklungen des Darwintages in Bezug auf persönliche Lernprozesse, Themen, Methoden, der Zukunftsperspektive sowie der Zusammenstellung des Organisationsteams eingeordnet werden. Die Einzelinterviews mit den Organisator*innen wurden gehalten, um zusätzlich zu den Eindrücken vornehmlich von 2022 eine übergreifende Entwicklung des Darwintages analysieren zu können.

5.1.4.1 Stichprobe der Organisator*innen

An der Interviewstudie nahm der Hauptorganisator des Darwintages mit fachwissenschaftlichen Hintergrund sowie eine Mitorganisatorin mit fachdidaktischen Hintergrund teil. Der Hauptorganisator begleitet den Darwintag nun mehr als zehn Jahre und die Mitorganisatorin mehr als vier Jahre.

5.1.4.2 Datenerhebung zum Darwintag

Bezogen auf die Datenerhebung wurden halbstrukturierte Interviews mit dem Hauptorganisator sowie einer Organisatorin mit fachdidaktischen Hintergrund im persönlichen Treffen durchgeführt (siehe Leitfaden im Anhang N). Die beiden Interviews fanden im Januar 2023 statt. Die durchschnittliche Länge der Interviews dauerte zwischen 10-18 Minuten. Die Einzelinterviews wurden in deutscher Sprache gehalten und alle Teilnehmer*innen stimmten einer Audioaufzeichnung sowie der anonymen Verwendung ihrer Daten für Forschungszwecke zu.

5.1.4.3 Datenanalyse

Im Anschluss an die Interviews wurden die Audioaufnahmen von der Doktorandin transkribiert (siehe Transkriptionsregeln im Anhang C), anonymisiert und hinsichtlich der Inhalte weitergehend analysiert.

5.2 ERGEBNISSE zu den Reflektionsinterviews

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Reflektionsphase mit Wissenschaftler*innen und Lehrer*innen dargestellt sowie abschließend der Organisator*innen. Die Ergebnispräsentation fängt mit der Perspektive der Wissenschaftler*innen an.

5.2.1 Ergebnisse zur Interviewstudie mit vortragenden Wissenschaftler*innen zum Darwintag 2022

Hinweise zur Berücksichtigung der didaktischen Hinweise in Bezug auf den Fachinhalt, Nature of Science-Aspekte sowie der zielgruppenspezifischen Ansprache in den Vorträgen

Bezüglich des Ziels wurden Interviewfragen konkret zu den Gestaltungshinweisen gestellt, die in folgenden Abschnitt berichtet werden.

Allgemeiner Umgang mit den Gestaltungshinweisen

Die Gestaltungshinweise wurden nach Aussagen aller interviewten Wissenschaftler*innen als sehr hilfreich und unterstützend in der Vorbereitung des Vortrages zum Darwintag empfunden. So äußerte sich eine Person beispielsweise folgendermaßen dazu:

W: „Also ich fand es super hilfreich auf jeden Fall und ich habe echt auch versucht irgendwie einiges davon einzubringen in meinem Vortrag. Also ich habe es auf jeden Fall vorher gelesen, natürlich saß ich jetzt nicht irgendwie da und habe geguckt ‘welchen einzelnen Punkt habe ich jetzt vielleicht noch nicht abgehakt oder so’, aber ich fand es richtig, richtig toll einfach mal wirklich nochmal einfach heruntergebrochen zu bekommen: Worauf sollte man achten, was könnte hilfreich sein.“ (W1, Z. 21-26)

Im Umgang mit den Gestaltungshinweisen gab es laut den Interviewten unterschiedliche Handhabungen: Einige Wissenschaftler*innen sahen die Hinweise für sich eher als optionale Vorgabe zum Integrieren in den Vortrag, indem sie vielmehr einige Aspekte daraus integrierten:

W: „Grundsätzlich habe ich das wirklich einfach so als was darüber Stehendes genommen mit hilfreichen Angeboten, die ich jetzt aber nicht so gesehen habe. Von wegen ja, du musst das jetzt so machen oder sonst was, sondern ich habe das wirklich alles so gelesen, alles ein wenig optional. Schau mal hier rein, vielleicht hilft dir das und es hat mir wirklich geholfen. Aber ich würde jetzt nicht sagen, dass davon irgendwas jetzt obsolet ist oder ob das jetzt irgendwie was komplett fehlt oder so, sondern ich finde es einfach so insgesamt als Struktur etwas, wo jeder und jede irgendwie etwas mit herausnehmen kann und deswegen finde ich es glaube ich echt sinnvoll.“ (W2, Z. 39-46)

Andere Wissenschaftlerinnen sahen die Hinweise als eine Art “Checkliste“ zum Abhaken der Punkte in ihrem eigenen Vortrag oder als Absicht dies so auszuführen (W3, Z. 296-273):

W: „Ich habe versucht, möglichst viel davon abzuhaken (lachen). Weiß gar nicht. Ich glaube, das einzige, wo ich diesmal so ein bisschen Probleme hatte, aber was auch einfach so ein bisschen am Thema lag und weil ich so keinen wirklichen Bezug gefunden habe, war zu Darwin. Aber das war jetzt so thematisch. Das lag jetzt weder an den Gestaltungshinweisen noch an irgendwas anderem. Ich fand es super gut das Beispiele dabei waren.“ (W1, Z. 38-42)

Umgang mit den Hinweisen zum Fachinhalt

Bezüglich der Gestaltungshinweise zum Fachinhalt der Metaorganismen bewerteten die Wissenschaftler*innen dies allesamt als hilfreich, weil sie sich nach eigenen Angaben nur noch schwer in die Vorstellungswelt der Zielgruppe von Schüler*innen hineinversetzen können:

W: „Ich finde es schon sehr hilfreich. Vor allem wenn man sich dann [vorstellt], also wir sind uns mittlerweile gar nicht mehr so im Klaren, dass Bakterien auch in der sage ich jetzt mal “outside-world“ als schlecht, nur als schlecht angesehen werden. Also deswegen da fängt es schon mal an, dass ich das relativ hilfreich finde. Ja, das müsste man schon mal den Leuten “verclickern“.“ (W3, Z. 277-283)

Eine interviewte Person änderte bezüglich der Hinweise zum Fachinhalt nochmal ihre Meinung, indem sie dieses im ersten Impuls als nicht notwendig ansah und dann im Gespräch mit den anderen Personen doch als hilfreichen Input ansah:

W: „Witzig, weil ich wollte gerade sagen, weil ja eigentlich braucht man es ja nicht. Ja, weil es ja eigentlich klar, dass Bakterien nicht nur schlecht sind. Aber genau, was W3 sagt, natürlich ist es für uns klar, weil wir damit arbeiten. Deswegen stimmt es schon, dass es eigentlich voll gut, dass es mit drin ist. (W4, Z. 283-286)

Eine Person merkte dazu an, dass sie explizit die positiven Aspekte von Mikroorganismen wahrscheinlich nicht in dem vielen Maße im Vortrag thematisiert hätte, sondern sonst wie üblich bei wissenschaftlichen Vorträgen vordergründig in der Einleitungsfolie (siehe auch Abbildung 59 dazu):

W: Also für jemanden wie mich, der natürlich wirklich sich jeden Tag damit auseinandersetzt. Na ja, diese ganze Idee von Bakterien sind jetzt auch unsere Freunde und jetzt nicht irgendwie schlecht und so, also finde ich auch gut, das hier aufgeführt zu sehen, weil das vergisst man halt auch manchmal einfach wirklich. Dann die diese Sache, diese Konzepte, die man einfach selber so verinnerlicht hat, auch wirklich noch mal konkret für Leute herunterzubrechen, die da nicht jeden Tag mit zu tun haben. Und deswegen fand ich das, also einfach nur vom Ding her, dass man es einfach nochmal hier vor sich hat, sich noch mal konkret Gedanken darüber macht, finde ich das absolut sinnvoll. Ich weiß nicht, wie ich es gemacht hätte, wenn ich das jetzt nicht vorher gelesen hätte. Wahrscheinlich hätte ich nicht unbedingt diesen positiven Dings [integriert]. Also natürlich ist es eigentlich immer so, diese Eingangsfolie bei uns, so von wegen “Ja, wir leben mit ganz viel Mikroorganismen zusammen und die helfen uns bei ganz vielen Prozessen“ und das ist schon so was, was man natürlich dann auch in so einem Vortrag unterbringt. Aber wirklich da nochmal konkret zu sagen, die Bakterien sind auch wirklich wichtig und hilfreich und absolut nötig für uns, finde ich wichtig, das mal konkret hier aufgeführt zu haben. (W2, Z. 75-87)

Zudem wurde angesprochen, dass die didaktischen Hinweise und das Beratungsgespräch helfen, die Zielgruppe besser einschätzen zu können hinsichtlich der unterschiedlichen Perspektive:

W: „Nee, also ich meine, mir war es ein bisschen klar, weil wir da sogar vorher schon ein bisschen drüber gesprochen hatten, bevor du die Hinweise [geschickt hast] (...). Aber ich finde es total wichtig, weil ich glaube nicht, dass das jedem Forschenden klar ist, wie vor allen Dingen Kinder das wahrnehmen und die Lücken sind, die man irgendwie überbrücken muss oder wo man vorsichtig sein muss. Ich meine, ich habe ja jetzt auch über Krankheiten gesprochen in meinem Vortrag, dass die Kinder da nicht rausgehen und sagen, alle Bakterien sind furchtbar, also dass man da irgendwie bei sowas aufpassen muss. Also das finde ich super wichtig.“ (W1, Z. 85-92)

Es wurden zusätzlich Beispiele genannt, die belegen sollten, dass das Thema Metaorganismus-Forschung nicht in der Schule angekommen ist und dass auch Bachelorstudent*innen teilweise nicht darüber wissen und vielmehr aus ihrem Übungsskript ablesen, als selber die Definition einer Mikrobiota zu erklären. Die interviewten Personen empfanden die vermittelnde Arbeit zur Schule deshalb sehr wichtig empfunden (Vgl. W3, Z. 287-297).

Umgang mit den Hinweisen zu NOS-Aspekten

Hinsichtlich der Hinweise zu NOS-Aspekten wurden diese als besonders hilfreich empfunden, weil sie viele dieser Informationen wohl sonst nicht integriert hätten und auch nicht wussten, dass das für Schüler*innen als besonders spannend empfunden wird:

W: Ja, auf jeden Fall, weil das im Vortrag einfach auch noch mal ganz anders macht. Also ansonsten denke ich mal, würden viele ihre Vorträge vorbereiten und wirklich nur über die reine Forschung

sprechen. Und wenn wir hatten das dann beim ersten Mal auch schon so ein bisschen, da habe ich ja dann noch die Fotos gemacht und so ein paar Videos aus dem Labor und so, das hätte ich sonst so auch wahrscheinlich nicht gemacht. Aber es ist auf jeden Fall gut zu wissen, dass das was ist, was die Schüler super spannend finden. (W1, Z: 97-102)

Ein weiterer Wissenschaftler äußerte sich dazu, dies als Anlass genommen zu haben den Forschungsprozess von der Probe bis zu seinem Gebiet der Datenauswertung zu visualisieren:

W: „Ja, ich glaube, das hätte ich sonst nicht gemacht. Also ich glaube, ich hätte jetzt nicht irgendwie über meinen Alltag als Forscher gesprochen, sondern wäre da vielleicht einfach so drüber hinweggegangen und so wirklich nochmal diese Abläufe zu erklären. (...) Und naja gut, ich sitze jetzt vor dem Computer, das ist jetzt nicht so anschaulich wie jetzt jemand, der im Labor steht oder so. Aber trotzdem habe ich das auch definitiv als Anhaltspunkt genommen, um auch wirklich genau das nochmal so zu zeigen. Wie kommen die Proben zu uns? Wie geht es dann mit der Sequenzierung weiter? Und wenn ich dann an der Reihe bin und so. Also fand ich sehr wichtig den Punkt, weil das wirklich etwas ist, was ich, glaube ich nicht auf dem Schirm gehabt hätte.“ (W2, Z. 93-100)

Zudem berichteten die Wissenschaftler*innen, dass es ihnen besonders wichtig Forschung mit realen Personen abzubilden und Einblicke in den Berufsalltag zu ermöglichen. Dies zeigte sich zum Beispiel an einem Video über die Vorteile von *C. elegans* im Labor:

W: „Weil oben ist ja auch dieser Punkt, dass man eher den Leuten auch vermittelt, wie Wissenschaft wirklich funktioniert. Einerseits haben wir das auch gemacht durch das Video finde ich. Also dadurch indirekt kriegt man ja einen Einblick wie die Leute da im Labor sitzen und agieren und so.“ (W5, Z. 97-99)

Und auch die Aussagen eines anderen Vortragenden berichteten darüber Forschung fassbarer zu gestalten:

W: „Ja, auf jeden Fall. Also ich glaube, dass macht Forschung auch einfach fassbarer. Wenn man die Leute irgendwie konkret oder sich selber dann halt einfach irgendwie bei der Arbeit zeigt. (Die Anderen) hatten ja dann nochmal dieses Video gezeigt. Das fand ich auch ganz lustig. Er hat auch nochmal so ein bisschen auf die Leute zu zeigen, die das irgendwie so machen, weil ich glaube, vieles ist dann glaube ich auch so abstrakt und dann irgendwie so, ja, durch diese Fernseh- und Videolinse ist das dann irgendwie so ein bisschen verzerrt, was machen jetzt irgendwie Forschende überhaupt? Und die dann auch als echte Menschen darzustellen. Ich glaube, da profitieren beide Seiten am Ende auch irgendwie von, weil man dann vielleicht auch nicht so. Ich weiß es. Man hört es ja doch schon immer, dass es diesen "Ivory Tower" gibt. Von diesen Forschenden, die da irgendwo sitzen und irgendwie so machen, was sie wollen. Und gerade auch mit COVID und so, wo es dann darum ging: Ja, das ist doch eh vollkommen losgelöst von dem und ich glaube, da ist es wichtig zu zeigen, das sind ganz normale Menschen, echte Menschen, die auch wirklich Interesse daran haben, genau diese Verbindung herzustellen zu der Laienbevölkerung und Schülerinnen und Schüler und sonst was. Und deswegen finde ich, dass es eine super interessante Geschichte und auch super wichtig einfach.“ (W2, Z. 103-117)

Umgang in Bezug auf Anpassungen zur Zielgruppe

Bezogen auf die Hinweise zur Zielgruppe wurden diese nach Angaben der Interviewten ebenfalls als hilfreich angesehen, um z.B. Alltagsbezüge für die Zielgruppe herzustellen oder explizit nochmal die eigene Forschung mit den Erkenntnissen von Charles Darwin in Beziehung zu setzen:

W: „Ich meine ich hatte ja jetzt die eine Folie, wo es um die Datenmengen ging und verglichen mit „Was hat das jetzt mit Netflix [zu tun]“. Wenn man jetzt ein Video streamen würde, von den Datenmengen her. Um das wirklich in einen Vergleich zu setzen. Und naja den Hinweis mit dem Darwin-tag, den fand ich tatsächlich sehr, sehr (lachen) hilfreich. Weil ich das erstmal bei der Vorbereitung nicht so auf dem Schirm hatte „naja, es geht jetzt erstmal um Darwin und so“. Natürlich um Evolution, aber jetzt irgendwie konkret den Bezug auf Darwin herzustellen, hatte ich nicht auf dem Schirm und da hat das auf jeden Fall nochmal geholfen. Und jetzt nochmal Punkt 10 „anschauliche Folien“, da habe ich mir sehr viel Mühe gegeben. Also ich wollte da wirklich irgendwie auch was abliefern, was jetzt nicht komplett wirr ist und am Ende irgendwie alle da sitzen und wirklich nicht wissen wovon ich jetzt geredet habe.“ (W2, Z. 56-66)

Eine interviewte Person berichtete darüber, dass nicht alle Hinweise direkt bei den Vorträgen umzusetzen sind, aber zu weiteren Denkprozessen angeregt hat:

W: „Genau ja genau. Also ich hatte davon zwei Punkte mitgenommen, die aber dann wie gesagt nicht verwirklicht wurden. Einmal mal war das dieses Bezug zu Darwin herstellen und Evolution, das fehlt mir halt. Also ich bin keine Evolutionsbiologin. (...) Und es gibt diesen Bezug halt nicht, nicht so direkt wie bei anderen vielleicht. Vielleicht deswegen wär das ein bisschen erzwungen gewesen, aber ich weiß noch, dass ich mir vorgenommen hatte, mir darüber nochmal Gedanken zu machen. Ob man nicht trotzdem, auch wenn es vielleicht ein bisschen erzwungen wäre, da nicht irgendwie so ein Link darstellen könnte, weil das sehe ich schon ein, dass wahrscheinlich viele Lehrer das ja auch wirklich vermutlich dann in der Schule durchnehmen, wenn das Thema Evolution ist, weil es eben der Darwintag ist.“ (W5, Z. 86-95)

Ebenso lässt sich dieses auf die aktive Einbindung der Zielgruppe am Darwintag übertragen:

W: „Ja, das mit der Frage war auf jeden Fall ein „AHA-Erlebnis“, das auch sehr motivierend war (lachen)“ (W1, Z. 120-121; siehe YouTube-Video³⁷ ab Minute 01:06:45).

Andere Wissenschaftlerinnen empfanden nach eigenen Angaben das aktive Einbinden der Zielgruppe weniger passend für den Darwintag, weil sie es einerseits im Berufsalltag nicht gewohnt sind und Hemmnisse vor dem großen Hörsaal haben und andererseits weil es zu abstrakt empfunden wurde. Als Gründe dafür wurde die Anzahl an Personen und die Gefahr *„auf die Schnauze zu fallen“* angegeben (W3, Z. 333). Dazu äußerte sich ebenfalls eine Person, die schon mal einen Vortrag am Darwintag gehalten hat und erinnerte sich an die Lautstärke im Saal und dass die Stimmung durch Fragen *„schnell kippen [kann] und dann kriegt man die Meute eventuell nicht mehr unter Kontrolle.“* (W5, Z. 339-340). Sie bringt den Aspekt ein, dass man es sich genau überlegen sollte wie und ob man die Zielgruppe aktiv in den Vortrag mit einbindet.

Eine vortragende Person merkte zusätzlich zu den Hinweisen an, dass es hilfreich sein könnte mehr Informationen zur Altersgruppe und Art der Schule hinzuzufügen:

W: „Also, ich meine, ich wusste ja ungefähr, von was für Schulen, die kommen, und welche Altersgruppe das war. Ja, wenn das vielleicht nicht allen klar ist, könnte man das vielleicht noch in einem Satz schreiben. Also die Altersgruppe und vielleicht die Art der Schulen.“ (W1, Z. 75-77)

Das zeigen auch die Interviewergebnisse eines anderen Vortragenden:

W: „Ja, also das, was ich irgendwie gehört hatte, war, dass das eigentlich alles so Bioprofil-Leute waren, die dann auch so um zumindest ein grundsätzliches Wissen über die biologischen Prozesse und sonst was haben. Aber dass es da jetzt tatsächlich auch ganz andere Profile gab, das war mir nicht bewusst.“ (W2, Z. 133-137)

Hinweise auf mehr Selbstsicherheit hinsichtlich der Zielgruppe

Hinsichtlich der Interaktion mit der Zielgruppe von Schüler*innen berichten die vortragenden Wissenschaftler*innen in ihrem Berufsalltag vornehmlich von wenig bis gar keiner Erfahrung mit der Zielgruppe von Schüler*innen:

W: „Also, ich würde behaupten, ich bin schon reflektiert und auch so daran gegangen. Das ist schon eine ganz andere „Audience“, als ich irgendwie sonst habe. Aber trotzdem fand ich es super hilfreich, dass es hier nochmal konkret stand. Also mit Schülerinnen und Schüler habe ich vorher überhaupt keine Erfahrung vorher gehabt. Das war das erste Mal wirklich. Und das aktive Einbinden, das war jetzt bei mir nicht unbedingt der Fall. Aber ich habe natürlich trotzdem irgendwie versucht das herzustellen (...).“ (W2, Z. 51-67)

³⁷ Das Video ist unter folgenden Link anzuschauen: <https://www.YouTube.com/watch?v=UPwhMfGyHIQ> (letzter Zugang: 02.07.23)

Diese konnten nach Aussagen eine*r Wissenschaftler*in diese Zielgruppe zu Beginn der Vorbereitung schwer einschätzen:

W: „Das ist so ein Kritikpunkt oder nicht Kritikpunkt, also sowas wo ich denke immer, das ist mir vor allem weil ich da so hereingeschmissen wurde ein bisschen schwerer gefallen. Und es steht hier nämlich auch, was die Zielgruppe der Oberstufenschülerinnen. Es steht zwar da beschrieben, aber ich kann mir wirklich (betont) super schlecht vorstellen, was das Wissen ist, also dafür ist es bei mir dazu lange her, und ich weiß nicht genau, ob es in Schleswig-Holstein genauso unterrichtet wird in Bayern vor 50 Jahren. Also das fand ich total schwer zu wissen, was schon bekannt ist und was nicht.“ (W3, Z. 140-145)

Ein weiterer Aspekt wurde angemerkt, dass auch Wissenschaftler*innen, die schon mehrmals teilgenommen haben, von einer anderen Erfahrung sprechen, wenn diese als hybride oder als live-Event veranstaltet wird im Gegensatz zum komplett digitalen Event. Die vielen Schüler*innen wurden als sehr beeindruckend beschrieben und das Erfahrungslevel als *“heftig“* dargestellt (W1, Z. 11). Die Person betonte zudem, dass es ihr dabei aber viel Spaß gemacht hat. Hinsichtlich der didaktischen Hinweise zur Zielgruppe und den Umgang damit berichteten die Interviewten über neue Impulse:

W: „(...) Und ja, "Punkt 9" [siehe Gestaltungshinweise] hat mich dazu inspiriert, eine Frage zu stellen, wo ich lange drüber nachgedacht habe, ob ich das dann tatsächlich machen soll, weil ich Schiss hatte, dass keiner mitmacht. Aber es hat ja sehr, sehr gut funktioniert. Von daher war das ein sehr guter Hinweis, wo ich definitiv auch noch mal über meinen eigenen Schatten gesprungen bin und es sonst wahrscheinlich nicht gemacht hätte.“ (W1, Z. 45-50)

Eine weitere Erfahrung war laut den Vortragenden die Interessen der Zielgruppe besser einschätzen zu können:

W: Ja, auf jeden Fall, weil das im Vortrag einfach auch noch mal ganz anders macht. Also ansonsten denke ich mal, würden viele ihre Vorträge vorbereiten und wirklich nur über die reine Forschung sprechen. Und wenn wir hatten das dann beim ersten Mal auch schon so ein bisschen, da habe ich ja dann noch die Fotos gemacht und so ein paar Videos aus dem Labor und so, das hätte ich sonst so auch wahrscheinlich nicht gemacht. Aber es ist auf jeden Fall gut zu wissen, dass das was ist, was die Schüler super spannend finden. (W1, Z: 97-102)

Ein*e weitere Wissenschaftler*in hebt positiv hervor mehr über das Vorwissen der Zielgruppe zu erfahren, weil die eigene Schulzeit schon zu lange zurückliegt. Die Wissenschaftler*innen konnten dahingehend wenig mit der Information zu *“Oberstufenbiologie“* anfangen und findet es gut ein *“ein bisschen geerdet zu werden: Was wissen Leute außerhalb der ‘science bubble‘“*.“ (W4, Z. 298-300)

Eine interviewte Person äußerte daher, dass sie durch das Beratungsangebot und die Hinweise die Zielgruppe besser einschätzen konnte und es auch wichtig empfindet für die anderen Forschenden:

W: „Nee, also ich meine, mir war es ein bisschen klar, weil wir da sogar vorher schon ein bisschen drüber gesprochen hatten, bevor du die Hinweise [geschickt hast]. Also weil wir beide einfach drüber gesprochen haben. Aber ich finde es total wichtig, weil ich glaube nicht, dass das jedem Forschenden nicht klar ist, wie vor allen Dingen Kinder das wahrnehmen und oder die Lücken sind, die man irgendwie überbrücken muss oder wo man vorsichtig sein muss. Ich meine, ich habe ja jetzt auch über Krankheiten gesprochen in meinem Vortrag, dass die Kinder da nicht rausgehen und sagen, alle Bakterien sind furchtbar, also dass man da irgendwie bei sowas aufpassen muss. Also das finde ich super wichtig.“ (W1, Z. 85-92)

Weitere Ergebnisse zur didaktischen Unterstützung bei Wissenschaftler*innen

Zusätzlich zu den direkten Hinweisen bei den Gestaltungshinweisen wurde über weitere Eindrücke und didaktische Unterstützungsangebote hinsichtlich der Vortragenden Wissenschaftler*innen gesprochen. Diese werden nun vorgestellt.

Profiteure vom Darwintag

Bezogen auf die Profiteure zur Teilnahme am Darwintag berichteten die Vortragenden über unterschiedliche Aspekte, die direkt oder indirekt geäußert wurden: Zum einen wurde der Mehrwert des Darwintages bei der Zielgruppe, der fachdidaktischen Forschung und auch den Vortragenden Wissenschaftler*innen betont:

*W: „Also das hat wirklich super viel Spaß gemacht. Also ich glaube nochmal werde ich bestimmt zum Darwintag gefragt, aber ja. (...) Also es gibt ja super viele Profiteure zum Darwintag: Die Schüler*innen, eure Forschung aber auch denke ich wir als Wissenschaftler*innen.“ (W1, Z. 195-197)*

Zum anderen erzählte ein Vortragender über die Veranstaltung als *“super tolle Sache“* (W1, Z. 126), aber sieht den Mehrwert vielmehr bei der Zielgruppe und dem nachhaltigen Festhalten der Vorträge über *YouTube*, als bei sich selber:

W: „Ja, ich glaube, für das Grundsätzliche nicht unbedingt. Also dadurch, dass ich ja eh mir schon eigentlich immer so als Aufgabe gebe, Vorträge möglichst selbsterklärend und auch irgendwie visuell ansprechend zu machen. Das ist jetzt einfach noch ein anderes Level davon. Aber da nehme ich jetzt nicht in der Art und Weise viel mit. Ich glaube, die Folien, die ich da gemacht habe, sind vielleicht für ein paar andere Sachen noch mal recycelbar. Ja, das schon, aber ich glaube, das war eher so ein "One of Ding", wo ich Lust hatte einfach was zu investieren. Aber ja, ich glaube, in der Art und Weise für mich jetzt da was mitnehmen. Es war gut, das gemacht zu haben, wirklich nochmal, sich einfach so ein bisschen zurück zu besinnen. Aber ja, ich glaube, der große Profiteur...Ich glaube, ich habe eher viel investiert und eine schöne Sache. Aber ich glaube, ich selber profitiere davon jetzt nicht unbedingt so sehr.“ (W2, Z. 155-164)

Dazukommend stellte eine Person eine Entwicklung zum Darwintag fest, die zwei Jahre hintereinander am Darwintag einen Vortrag hielt, indem diese die Vorträge im Jahr 2022 besser an die Zielgruppe angepasst empfand als im Jahr davor:

W: „Bei mir vielleicht so bis auf das mit der mit der Frage eigentlich alles mehr oder weniger klar schon vorher, weil ich da einfach von diesem ganzen Wissenschaftskommunikationsding generell schon viel drüber nachgedacht habe. Aber ich meine, ich würde sagen, dieses Jahr waren die Vorträge alle sehr sehr gut. Aber wenn ich an letztes Jahr denke, hätten einige vielleicht noch mehr darauf achten müssen (lachen). Also ich glaube, [die Gestaltungshinweise sind] definitiv wichtig, selbst wenn da jetzt vielleicht nicht jeder einzelne Vortragende was mit anfangen kann. Oder ist das auf jeden Fall wichtig, das zu sagen, weil das ist nicht selbstverständlich, dass das gemacht wird.“ (W2, Z. 109-116)

Ein zusätzlicher Aspekt bezog sich auch z.B. bei der Lehre eines Bachelorkurses in Biologie, bei den auf Grundlage der vorhandenen Unterrichtsmaterialien zum Thema Modellorganismen von der Lehrenden nun erstmal nachgefragt wird, was ein Modellorganismus ist und welche Modellorganismen diese kennen. Dieses kommt zu Stande, weil die interviewte Person gemerkt hat, dass das grundsätzliche Prinzip von Modellorganismen häufig noch gar nicht verstanden wurde und hierfür der Darwintag nach Meinung der interviewten Person besonderen Mehrwert bietet genau diese Aspekte zu thematisieren (Vgl. W5, Z. 193-209).

Feedback zum Vortrag einholen

Das didaktische Beratungsgespräch wurde demnach von einer Wissenschaftler*in wahrgenommen und eine weitere hatte dies geplant, aber konnte aufgrund von persönlichen Gründen nicht teilnehmen. Dabei wird das Angebot einer didaktischen Beratung und das Wissen einer Ansprechperson schon als ausreichend für die Wissenschaftler*innen wahrgenommen, die als hinderlichen Grund zur Ausarbeitung eines neuen Vortrages zum Darwintag den Zeitmangel angeben, aber auch die Chance sieht den Vortrag nochmal spezifischer zu überarbeiten für den Darwintag 2022:

W: „Also ja, ich hätte das Beratungsgespräch ja auch in Anspruch genommen und fand das dann aber auch vollkommen ausreichend. Also ich hatte auch immer das Gefühl, dass ich hätte dich jederzeit kontaktieren können oder da bist, warst du ja von Anfang an super (betont) offen und wie gesagt, ich glaube am meisten scheitert es am Zeitmangel. Das ist dann so auch tatsächlich so kurzfristig erst anfängt, sich damit zu beschäftigen. (...) Also einerseits fühle ich mich schlecht, sozusagen, ich halte den gleichen Vortrag einfach nochmal, auch aus Zeitmangel, (...) und andererseits habe ich gedacht, naja, das gibt mir jetzt einfach noch mal die Möglichkeit mit dir nochmals Gespräch zu gehen. Und nochmal so zu über überdenken, wie kann man ihn verbessern und grundsätzlich ist das vielleicht sogar gar nicht so schlecht.“ (W5, Z. 163-177)

Ein*e vortragende Wissenschaftler*in gab zudem an, dass sie die Vorbereitung und Kommunikation mit einer vermittelnden fachdidaktischen Person als positiv wertschätzt, aber zusätzlich gern von der Zielgruppe wie Schüler*innen und Lehrer*innen kritisches Feedback bekommen würde. Dieses wäre besonders zur Wahrnehmung und möglichen Verbesserungsvorschlägen interessant (Vgl. W2, Z. 179-184). Ein*e Wissenschaftler*in erzählte dahingehend, dass sie einen komplett neuen Vortrag für den Darwintag erstellt hatte, aber dies aufgrund der letzten Jahre mit Erfahrungen in Wissenschaftskommunikationskursen und dem großen Interesse sowieso gemacht hätte, anstatt einen bereits vorhandene wissenschaftlichen Vortrag umzuarbeiten (W2, Z. 169-171).

Zusatzangebot eines Workshops für Wissenschaftler*innen im SFB 1182

Neben den konkreten Angeboten zur Unterstützung des Darwintages 2022 wurde mit den Vortragenden auch über die Idee eines Workshops zur Intensivierung der zielgruppenspezifischen Ansprache gesprochen. Dazu äußerten sich die Interviewten allesamt interessiert mehr über das Thema zu erfahren, wie es beispielsweise eine Wissenschaftlerin getan hat:

W: „Also ehrlich gesagt, diese Experten-Laien-Kommunikation, die lässt sowieso zu wünschen übrig, generell, und das würde uns auch tatsächlich nicht nur helfen für diesen Outreach-Aspekt, sondern auch in der Kollaboration mit unseren SFB-Mitgliedern. Ich glaube, wenn man das so macht wie, ich weiß nicht, ob man 1-2 Stunden dann dafür nehmen könnte bei so einem Retreat oder sowas. Wo sowieso Leute da sind.“ (W3, Z. 195-199)

Jedoch merkte ein*e Wissenschaftler*in an, dass sie gern mehr Outreach machen würden, aber es noch zusätzlich zu den anderen Aufgaben hinzukommt und oft am Zeitmangel scheitert. Sie sieht Outreach als absolute Verpflichtung an und findet man könne damit *“nicht früh genug anfangen, sich überhaupt darüber Gedanken zu machen“* (W5, Z. 407) und sich daher wünscht, dass jeder oder jede Forschende *“mal dazu gezwungen wird eigentlich“* (W5, Z. 413). Das Angebot sollte ihrerseits nicht obligatorisch sein, aber man sollte sich über jede teilnehmende Person freuen, die sich damit tiefergehend auseinandersetzen möchte (Vgl. W5, Z. 415). Hinsichtlich der zeitlichen Ausrichtung gab es unterschiedliche Ideen dies in den Alltag bei den Wissenschaftler*innen zu integrieren z.B. zu Beginn einer neuen Phase im Sonderforschungsbereich 1182 indem alle neuen Mitglieder lernen, dass das ein wichtiges Thema ist und alle dies von Beginn an lernen (Vgl. W4, Z. 420-424). Ein anderer Vorschlag sah auch den Zeitmangel als Herausforderung, aber könnte sich ein begleitenden Kurs im für jedes Vierteljahr oder eine einmalige Veranstaltung mit ein paar Grundlagen der Wissenschaftskommunikation und gegenseitigen Austausch von Tipps gut vorstellen. Die Person merkte zudem an, dass das Interesse und die Initiative vielmehr von den Wissenschaftler*innen persönlich kommen sollte, anstatt zu sehr auf Seiten der Wissenschaftskommunikator*innen darauf zu drängen. Es reiche nach dessen Meinung schon aus, als Ansprechperson da zu sein, um z.B. Techniken zu besprechen und dies regelmäßig bei Retreats in Erinnerung rufen. Der Vorschlag ging von dem Forschenden vielmehr in Richtung eines offenen Anbietens und Hinweise auf das Angebot (Vgl. W1, Z. 170-200).

Hinsichtlich der Inhalte zum Workshop wurde darauf vorgeschlagen vielmehr die Inhalte aus den Gestaltungshinweisen zu thematisieren:

W: Ja, ich meine Vorträge sind wahrscheinlich das, was wahrscheinlich am meisten gefragt wäre. Ja, ich denke mir dann so ein bisschen Grundlagen von Zielgruppen und Umfragen und keine Ahnung und auf welche Wörter man achtet und eigentlich die Gestaltungshinweise (lacht). (W1, Z. 182-184)

Zusätzlich kam die Idee auf einen kurzen Vortrag für verschiedene Arten von Publikum vorzubereiten und das dann zu präsentieren:

W: Mit Beispielen oder so ein bisschen aufgeführt oder so? Und. Dann halt Praxis. Also keine Ahnung mehr, als dass jeder (einen) fünf Minuten Vortrag über seine Arbeit vorbereitet und man dann jeder einmal fünf Minuten redet und das dann auch vielleicht bespricht und dann anhand dessen irgendwie vielleicht. Einige müssen das für Kinder machen, einige müssen das für Ältere machen, andere müssen das für 9 bis 99 machen. Also Beispiele aus verschiedenen Bereichen dann bekommt und das dann vielleicht anhand dessen bespricht oder so. (W1, Z. 186-191)

5.2.2 Ergebnisse zur Interviewstudie mit begleitenden Lehrkräften zum Darwintag

Hinsichtlich der Lehrkräfte wurden unterschiedliche Ziele formuliert, die im nachfolgenden Teil des Kapitels präsentiert werden.

Interdisziplinärer Zugang zu Naturwissenschaften

Die Interdisziplinarität von moderner Forschung wurde insbesondere von einer Lehrkraft wiederholt aufgegriffen und als wichtig angesehen, dies „relativ früh auch schon in der Schule [anzusprechen]. Und je früher man dazu Kontakt hatte, ich glaube, das ist so ein Mosaiksteinchen, was mir dann später auch weiterhelfen kann.“ (L1, Z. 19-21, 25). Sie kritisierte dabei vor allem auch das starre Unterrichten und Beharren auf einem Fach wie der Biologie, wobei sie noch diesen offenen und vielfältigen Blick auf Naturwissenschaften in ihrer Ausbildung erlebt hat, wo sie eine allmähliche Entwicklung zu mehr Interdisziplinarität erlebt (Vgl. L1, Z. 41-61). Bezogen auf das Unterrichtsmaterial deutete sie Folgendes an:

L: „Das hat mich auch sehr beeindruckt bei dem Ganzen. Also das alles dabei. Zum einen die interdisziplinäre Arbeit, dass es ein Thema ist, was uns alle betrifft, obwohl es einem im ersten Moment gar nicht so vorkommt. Und dann eben die Forschung auf die Frage: Woher kommt das Geld?“ (L1, Z. 260-263)

Übergreifend wurde das Thematisieren von Interdisziplinarität als wichtiges Thema angesehen, weil es nach Meinung der interviewten Person auch in der modernen Forschung von entscheidender Bedeutung ist (Vgl. L3, Z. 190-192).

Thematisierung von vielfältigen Forschungsprozessen der Metaorganismus-Forschung

Zudem wurden die vielfältigen Einblicke in Forschung als positiv angesehen, die nochmal ein anderes Format aufweisen als klassische Unterrichtsmaterialien und mit der didaktischen Aufbereitung den Anreiz erhöhen diese direkt zu Nutzen (Vgl. L4, Z. 104-110). Ein anderes Beispiel zeigte die Schilderung von Forschung als jetzt-Zustand im Sinne von Puzzlestücken, die zusammengeführt werden müssen (Vgl. L.1, Z. 507-508).

Hinsichtlich methodischer Entscheidungen zum Unterrichtsmaterial mit Schwerpunkt auf *Nature of Science* wird z.B. die *Mind-Map* zum Abfragen des Vorwissens von Schüler*innen mehrfach als positiv aufgenommen, indem noch Anregungen für mögliche weitere Hilfestellungen leistungsschwächerer Schüler*innen gegeben werden (Vgl. L1, 129-153). Ebenso verhält es sich mit der Idee eines Wissens-BINGO, dass als originell und gut als wiederholendes Element von Forschungsaspekten eingeschätzt wurde (Vgl. L1, 178-182).

Bezug aktueller Metaorganismus-Forschung im eigenen Unterricht

In Bezug auf das Thematisieren aktueller Metaorganismus-Forschung, wie hier von Mikroorganismen mit Themen der „Evolution“ und „Schwämme als Metaorganismen“, verweist eine Lehrkraft auf wenig curriculare Bezüge bzw. Thematisierungen im Unterricht. Schwämme werden nach Aussagen der Lehrkraft zumindest in Klassenstufe 8 bei Wirbellosen behandelt, wobei auf das Verwenden älterer Unterrichtsmaterialien zum Darwintag verwiesen wurde (Vgl. L4, Z. 103-107). Dazu erwähnt eine weitere Lehrkraft die Unterrichtsmaterialien zu Modellorganismen, die sie seit drei oder vier Jahren meistens in der E-Phase mit in dessen Unterricht aufgenommen hat und auch als verhältnismäßig einfache Klausuraufgabe einsetzt, indem gefragt wird warum bestimmte Organismen für die Forschung eingesetzt werden und was daran geforscht wird (Vgl. L3, Z. 57-60). Bezogen auf das Thema der Schwämme werden diese als interessanten Organismus für den naturwissenschaftlichen Unterricht angesehen:

L: „Aber ich finde das Thema sehr interessant, wie es beschrieben ist. Also es ist irgendwie exotisch, weil Schwämme an sich biologisch gar nicht so bekannt sind von den Schülern. Gleichzeitig haben sie schon viel davon gehört irgendwie im anderen Kontext. (L3, Z. 180-182)

Das Material zu den Schwämmen passt nach Meinung der Lehrkräfte am ehesten in Klassenstufe E und 13.1 mit Anknüpfungspunkten zu „Evolution“, „Zellbiologie“, „Symbiose“, „Mutualismus“, wobei auch dort momentan wenig im Kontext der Mikroorganismen thematisiert wird. Eine Lehrkraft betonte, dass sie dies besonders schade findet, denn sie hatte den Eindruck, dass das Schüler*innen interessiert (Vgl. z.B. L4, Z. 103-113). Eine andere Lehrkraft findet das Material zu anspruchsvoll für ihre E-Phase durch die pandemiebedingten Wissensrückstände. Sie sieht Anknüpfungspunkte zur 9. Klasse, aber würde lieber ein Forschungsprojekt vorziehen, indem die Schüler*innen ein selbst angeleitetes Experiment nachmachen (L2, Z. 143-144; 158-162).

Eine Lehrkraft merkt dazu an, warum sie nicht mehr aktuelle Forschung in den Unterricht einbringt, da es ihrer Meinung nach zu wenig gut didaktisch aufbereitete Materialien über aktuelle Forschung gäbe. Zusätzlich hätte sie keine Zeit sich in die Themen einzulesen. Zum Unterrichtsmaterial vertritt sie daher die folgende Meinung: „Von daher glaube ich, dass sowas hier einfach schon Impulse liefern kann, wenn man Forschung in Schule bringen will.“ (L4, Z. 150-151).

Authentische Forschung vermitteln

Lehrkräfte sehen zudem als ein großes Ziel des Darwintages und anhand begleitender Unterrichtsmaterialien, authentische Forschung zu vermitteln:

L: „Also ich war jetzt mit drei Klassen beim Darwintag und mit zwei Profilen. Und mit den Profilen habe ich auch immer jegliches Material gemacht, was ich bekommen habe. Die waren immer dadurch, dass sie wussten, okay, das kommt jetzt von der Uni und das ist sozusagen über das IPN, von den Professoren zu denen gekommen, besonders motiviert. Also die haben schon, es ist ja auch irgendwie Grundziel irgendwie, zumindest habe ich das so verstanden, den Schülern sozusagen das ersichtlich zu machen. Das sind die Menschen, die da dies und jenes, was da in den Lehrbüchern steht, letztlich weiterentwickeln und weiter erforschen. Und die sind bei so solchen Blättern, wenn sie das so sehen und ich dann sage, okay, das kommt da und daher. Auch schon mal ein bisschen motivierter.“ (L3, Z. 165-172)

Das *Storytelling* anhand der persönlichen Darstellung einer Wissenschaftlerin im Unterrichtsmaterial wird von den Lehrkräften zusätzlich als gelungen wahrgenommen, weil es als persönlicherer Zugang zur Wissenschaft leichter für die Schüler*innen ist dem zu folgen und motiviert. Die Lehrkraft L2 regt zusätzlich an, dass Alltagsbeispiele immer sehr wertvoll für das Unterrichtsmaterial sind und verweist auf den Film mit den Nematoden, der auch noch witzig gestaltet war, mit Einblicken in die Forschung,

anstatt die Vorteile einfach aufzuzählen oder nur Zahlen und Grafiken zu nennen. Ihrer Meinung nach sollte der Darwintag Fragen beantworten, wie man an die Zahlen und Daten aus der Forschung kommt, und nicht die Zahlen und Daten am Ende nur zu präsentieren (L2, Z. 20-43; 71-72).

Thema der Qualität von wissenschaftlichen Veröffentlichungen – Peer review Prozess

Bei den Unterrichtsmaterialien wurde von den Lehrkräften die Thematisierung der Qualität von wissenschaftlichen Veröffentlichungen als spannendes und neues Thema betont:

L: „Und da fand er auch sehr gut den Hinweis, dass Qualität von wissenschaftlichen Veröffentlichungen möglichst hochgehalten werden soll. Also im Grunde genommen steckt da für mich auch drin, dass man sich dann darauf verlassen kann. Das fand ich sehr gut. Ich habe zuerst eine Weile gebraucht mit diesen Bildchen. Ja, wie dieses blind Verfahren ist. Mir war es klar, was gemeint ist. Es ist nicht ganz einfach für Schüler zu verstehen, aber ich finde es gut, dass es dabei ist.“ (L1, Z. 351-356)

L: „Ja, und ich denke, wenn auch so Sachen visualisiert und so. Dann hat man als Lehrer, wenn [die Zeit] doch etwas begrenzter ist. Da kriegt man vielleicht auch eher Lust. Und die anderen, die sich dafür interessieren, die nehmen den Artikel dann sowieso. Ja, also ich finde das ganz toll mit dem Darwintag und die Einblicke. Also super, wirklich toll.“ (L1, 373-376)

Eine weitere Lehrkraft betonte dahingehend nochmal die Relevanz des Themas von “gesicherten Informationen“ auch in der COVID19-Pandemie mit einem Video von My-Thi Nyugen Kim und dem Beispiel einer Veröffentlichung von Christian Drosten und dem Zurückziehen der Veröffentlichung. An dieser Stelle war nach Meinung der Interviewten das Schülerinteresse da und ein Bezug hergestellt, weil alle wissen wollten, ob dies nun riskant für die Personen war oder nicht. Die interviewte Person würde diesen Kontext nochmal mit dem Beispiel in den Unterrichtsmaterialien aufgreifen und Fragen klären, ob sich dieser Wissenschaftler nun damit blamiert hat oder ob das das normale Vorgehen in der Wissenschaft ist (Vgl. L2, Z. 143-156).

3.1.3.2 Niedrigschwellige Zugänge zum Unterrichtsmaterial durch die Lehrerhandreichung

Zusätzlich zum Unterrichtsmaterial wurde eine Lehrerhandreichung für Lehrkräfte zum Darwintag konzipiert, die hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte von den Lehrkräften evaluiert wurde und diese Ergebnisse nachfolgend beschrieben werden:

Designbezogener Zugang zum Unterrichtsmaterial durch die Lehrerhandreichung

Die Lehrerhandreichung wurde von den Lehrkräften mehrfach als “übersichtlich“, “hilfreich“ und “niedrigschwellig“ eingeschätzt (L3, Z. 3-11), indem es “einen viel schnelleren Zugang gewährt“ (L3, Z. 6-7), auch fremd konzipiertes Material schnell in den eigenen Unterricht zu integrieren. Zudem wurde die direkte Orientierung durch die verschiedenen Farben und zugeordneten Symbole positiv hervorgehoben (z.B. L4, Z. 101-107). Eine interviewte Person gab demnach die Einschätzung ab: “Ich kann mir vorstellen, dass viele meiner Kollegen das sonst nicht nutzen würden.“ (L3, Z. 9-10). Die Idee mit den Pfeilen zum Textabschnitt kannte eine Lehrkraft nur von sich aus als Hilfsmittel, aber hatte dies noch nicht bei fremdem Unterrichtsmaterial gesehen. Sie ordnete dies deshalb als sehr sinnvoll ein. Zudem wurde die folgende Einschätzung einer Lehrkraft gegeben:

L: „Man hat ja im Alltag doch einfach wenig Zeit und hätte ich jetzt einen Fließtext, wäre ich glaube ich abgeneigter gewesen es zu lesen und so ist es ja so: Man kann auf einen Blick die Häppchen, die man dann bekommt, verarbeiten und benutzen oder halt auch bestimmte Sachen gegebenenfalls stärker beachten oder andere Aspekte vielleicht ignorieren, wenn sie einen nicht so betreffen und das finde ich total gut. Und es geht schnell. Also man kann hier schnell durchgucken, man ist schnell auf der Seite, man sieht, welches Arbeitsblatt dazu gehört. Man sieht sofort, welcher Stand also

welcher Kasten zu welchem Teil gehört. Also das ist leicht verständlich und visuell ansprechend durch die unterschiedlichen Farben.“ (L4, Z. 47-53)

Bezogen auf den Umfang wird die Lehrerhandreichung als *“viel Text“* oder *“textlastig“* (L3, Z. 144) wahrgenommen, aber die Person äußerte dazu, dass sie bei Textausschnitten auf jeder Seite dachte *“Okay, das überfliege ich jetzt“* (L3, Z. 49) und konzentrierte sich auf Textteile, die einen Mehrwert zum Verständnis des Materials für die Person bieten. Die Lehrkräfte deuteten mehrfach an, dass sie es als angenehm empfinden selbst zu entscheiden, wo sie den Fokus setzen. Die Tipps wurden daher als *“hilfreich“* und *“sinnvoll“*, insbesondere bei Berufseinsteiger*innen angesehen (L3, Z. 217-219). Hinsichtlich der Fülle an Informationen wie den Hintergrundinformationen zur fachdidaktischen Forschung oder Tipps zu einzelnen Aspekten der Unterrichtsblätter wurde dies je nach Erfahrungslevel in der Schule unterschiedlich für notwendig angesehen. Eine Lehrkraft gab deshalb die Anregung eine Kurzversion und Langversion für erfahrenere Lehrkräfte und nicht so erfahrene Lehrkräfte anzubieten (Vgl. L3, Z. 29-33).

Curricularer Zugang zum Unterrichtsmaterial durch die Lehrerhandreichung

Hinsichtlich der Hinweise zum Curriculum auf der ersten Seite der Lehrerhandreichung kamen unterschiedliche Rückmeldungen. Für einige Lehrkräfte erschien dies besonders wichtig:

L4: „Und du hast ganz am Anfang, dass finde ich auch mega wichtig. Den Aspekt hier mit drin, in welche Einheit oder an welcher Stelle man das dann in seinem Unterricht integrieren kann. Hier der Hinweis im Bereich Evolution und Symbiose an der Stelle passt das ganz gut, und das ist dann für einen selber schon mal gut, um das einzusortieren im Schulplan und vor allem in der Klassenstufe.“ (L4, Z. 13-17)

Die entsprechende Lehrkraft plädierte darüber hinaus für Ideen, die Einsatzmöglichkeiten der Materialien noch stärker hervorzuheben z.B. der Hinweis dies in Jahrgangsstufe E mit Konzepten wie *“Evolution“* und *„Symbiose“* zu verknüpfen (siehe L4, Z. 20-25). Ein weiterer Aspekt war das Hinausgehen des Inhaltes über die curricularen Anforderungen und die mögliche Unvertrautheit mit dem Thema auf Seiten der Lehrkräfte (Vgl. L4, Z. 8-11). Hierzu äußerten sich zwei Lehrkräfte spezifisch:

L4: „Aber gerade für so junge Lehrkräfte ist glaube ich eine Hilfe, weil man ja dann ja schon so ein bisschen von Stunde zu Stunde plant. Also Anknüpfungspunkte zu haben, zu wissen, okay, an der Stelle kann ich das benutzen.“ (L4, Z. 35-41)

L3: „[Meine Referendarin] wird sich definitiv freuen, weil sie einerseits sieht, dass es ein relevantes Thema ist und dass gut aufgearbeitet ist, aber für sie ja auch so angenehm. Dann ist es wirklich so, das ist wie so ein Goodie zwischendurch, dass man wirklich sich schnell einfindet und dann ja auch nicht nur irgendwas hereingibt, wo man sich etwas herauszieht und hofft, dass es gut genug konzipiert ist, dass die Schüler irgendwie damit klarkommt, sondern es hilft, fremdes Material, was es ja ist, sozusagen schneller durchdringen zu können, und das finde ich sehr gelungen.“ (L3, Z. 212-217)

Dem gegenüber gaben andere Lehrkräfte mit längerer Schulerfahrung den Hinweis, dieses unter Umständen bei einer Überarbeitung wegzulassen (Vgl. L1, Z. 65).

Inhaltsbezogener Zugang zum Unterrichtsmaterial durch die Lehrerhandreichung

In Hinblick auf die inhaltlichen Tipps wurde insbesondere die Wichtigkeit der Tipps mit *“Achtung!“* betont, weil Anregungen wie wertschätzendes Feedback untereinander nach Meinung der interviewten Person schnell wieder von den Schüler*innen vergessen werden können (Vgl. L1, Z. 162-169). Eine

andere Lehrkraft hebte diesbezüglich die fachinhaltlichen Anregungen zum Unterrichtsmaterial als besonders wichtig für eine bessere Sensibilisierung zum Thema hervor:

L4: „Ich finde es auch wichtig, dass hier nochmal aufgegriffen wird auf diese positive Beziehung und diesen positiven Wert, den Bakterien irgendwie haben hinzuweisen, weil ich glaube, dass das etwas ist, wo viele nicht so sensibilisiert sind dafür, auch dieser Begriff hier mit dem Mutualismus, glaube ich, dass viele da nicht sensibilisiert sind für. Deswegen, glaube ich, ist es schon wichtig, da nochmal darauf einzugehen, dass man im gewissen Rahmen die Möglichkeit hat, wenn man das gelesen hat, mit einem gewissen Bewusstsein an das Material auch heranzugehen und auch eine du hast hier an verschiedenen Stellen irgendwie so Hinweise gegeben. „Uralte Freundschaft gleich positives Framing wählen“, das ist ein ganz kurzer Satz, aber es macht nochmal deutlich an welchen Stellen man mit kleinen Handlungen oder Handlungsänderungen eine ganz andere Wirkung erzeugt, wenn man das Thema behandelt.“ (L4, Z. 79-90)

Zudem regte es ihrer Meinung nach selbst Reflexionsprozesse an und diese fühlte sich angesprochen, indem hinterfragt wurde, wie über Mikroorganismen im eigenen Unterricht kommuniziert wird und wie man dies alternativ machen könnte (Vgl. L4, Z. 91-109).

Hinweis auf Musterlösungen als zeitsparenden Zugang zum Unterrichtsmaterial durch die Lehrerhandreichung

Neben kleineren Rechtschreib- und Formulierungsaspekten in der Lehrerhandreichung wurden ebenfalls Anregungen gegeben, noch mehr Lösungsvorschläge für die Transferaufgaben oder auch Fachinhalte in den Arbeitsblättern vorzugeben. Dies würde nach den Aussagen einer Lehrkraft noch entlastender und hilfreicher im stressigen Alltag sein, weil die offenen Punkte in den Materialien nochmal eine Hürde darstellten, diese Aufgabe dann wirklich von den Schüler*innen bearbeiten zu lassen:

L4: [Bezogen auf ein Lösungsvorschlag:] „Je ausgefeilter es ist, desto besser. Also dieser Leitfaden ist ja schon von der Struktur her perfekt. Sowas hätte man gern für viele (lachen) Arbeitsblätter. Wenn man jetzt dazu noch eine Musterlösung hätte, das muss ja nichts groß formatiert sein nur ein paar beispielhafte Antworten, dann wäre man schon ganz gut dabei.“ (L4, Z. 169-172)

5.2.3 Weitere Ergebnisse zum Darwintag

Verbesserungsvorschläge zum Unterrichtsmaterial

Hinsichtlich des Unterrichtsmaterials wurde auf verschiedene Aspekte hingewiesen. Einer dieser Aspekte betrifft die Datenmenge und den Umgang mit authentischen Forschungsdaten:

L: Ich finde es persönlich richtig cool, wenn man mal Daten aus der Forschung, also sozusagen redigiert, aufarbeitet, dass sie nicht ganz so hübsch sind. Aber dass da so kleine realistische, nicht schulbuchmäßige Daten sind, wo Schüler dann dran üben müssen, ein Diagramm auszuwerten, das fände ich total toll, weil das ein motivierender Aspekt ist, weil diese Daten dann ja nicht ewig alt sind wie aus dem Schulbuch und nicht komplett erfunden, und das wäre noch mal ein Aspekt, der von dieser fachinhaltlichen Ebene eben auch nochmal weitergeht. (L3, Z. 287-293)

Dies betrifft zudem die Vorträge am Darwintag, indem die Lehrkraft dafür plädierte lieber weniger Forschungsdaten und Diagramme zu zeigen und dann an einem Beispiel mehr Aspekte bespricht und tiefer einsteigt. Dieses wurde statt dem Zeigen von vielen Daten vorgeschlagen, indem es nach Meinung der Lehrkraft für die Schüler*innen als beliebig erscheinen lässt (Vgl. L3, Z. 275-287).

Hinsichtlich der Texte als Unterrichtsmedium waren die Lehrkräfte unterschiedlicher Auffassung, indem z.B. einige die Texte als zu lang empfinden (Vgl. L1, Z. 324) oder dies vor allem mit den Auflockerungen in Form von Fotos, Diagrammen oder Skizzen besonders wertvoll für den Unterricht finden (z.B. L3, Z. 156-159) und z.B. eine Fotostory als zusätzliche Idee einbringen (Vgl. L2. 96-101).

In der Arbeitsweise mit digitalen Medien berichteten die Lehrkräfte über unterschiedliche Fokussierungen und Vorlieben. Eine Lehrkraft arbeitete z.B. dauerhaft mit einer PowerPoint-Präsentation und empfindet dies als Erleichterung, wenn es schon eine fertige Präsentation zum Arbeitsblatt gibt, in der auch der Arbeitsauftrag integriert ist. Zu den Arbeitsblättern äußerte diese den Wunsch einer PDF und Word-Datei, die dann von den Schüler*innen bearbeitbar ist, weil es bei ihr so ist, dass ein Drittel oder weniger mit Papier arbeiten und das ausdrucken und alle anderen die Unterrichtsmaterialien digital zur Verfügung gestellt bekommen und digital bearbeiten (L4, Z. 171-181; 184-189). Dazu wurde die Anregung gegeben auch die Methode des *Gallery Walks* digital durchzuführen, durch eine digitale Postervorlage und dem Teilen des Bildschirms über *Screenshare* für die gemeinsame Besprechung in der Klasse (L4, Z. 191-198).

Als positiv wurde das Glossar oder das sogenannte Anlegen eines „Wortspeichers“ in den Materialien hervorgehoben, der den Schüler*innen hilft die Texte besser zu verstehen. Eine Lehrkraft merkt zudem an, dass diese Person z.B. mögliche sprachliche Schwierigkeiten bei Schüler*innen häufig gar nicht im Unterricht mitbekommt, weil sie durch das Gruppenpuzzle sowieso im ständigen Kontakt sind und ihnen so die Angst genommen wird bei sprachlichen Unsicherheiten (L3, Z. 85-89).

Verbesserungsvorschläge zum Event des Darwintages

Bezogen auf den Darwintag gaben die Lehrkräfte Anregungen, um diesen noch besser an die Zielgruppe und ihre Bedürfnisse anzupassen. Eine Idee war dabei den Darwintag anstatt eines Vortrages durch Miniexperimente und Anschauungsmaterial interaktiver zu gestalten, mit dem Fokus auf Forschungsprozesse. Die Ideen gingen dahin, dass eine Dokumentenkamera die Modellorganismen und ihre beobachtbaren Phänomene live sichtbar macht oder Miniexperimente am Darwintag direkt gezeigt werden, indem Aspekte wie Geduld, Geschick oder Misserfolge thematisiert werden:

L2: „Ja, das ist so, wo ich mir vorstellen könnte, dass so ein kleiner Methodenwechsel im Vortrag irgendwie so ein Experiment oder so was bisschen das ganze aufpeppen würde. Genauso wie das Video beispielsweise. Auch das Video war so ein Methode, die ganz cool war, weil man eben gesehen, was machen die den ganzen Tag über so ungefähr. Und das hat dann auch so ein bisschen diese Begeisterung herübergebracht. Man ist halt Forscher, man liebt sein Forschungsgebiet und man weiß genau, warum genau dieser Forschungsorganismus so cool ist. Ja. Natürlich auch immer finde ich so Begeisterung zeigen, das auch schön zu kommunizieren.“ (L2, Z. 183-213)

Eine weitere Idee umfasste den Darwintag partizipativer zu gestalten durch das Integrieren von *Citizen-Science* Projekten, indem z.B. *C. elegans* an Schulen verschickt wird und Ergebnisse des Mitwirkungsprozesses am Darwintag vorgestellt werden (Vgl. L2, 85-96).

Eine Lehrkraft gab den Hinweis, dass die Vorträge auf einem ganz anderen Level anzusiedeln sind als der Wissensstand der Schüler*innen. Als Motivation zum Besuch des Darwintages wurde oft der Grund zur Berufsorientierung genannt sowie das „Hineinschnuppern“ in den Alltag einer Vorlesung, als primär die Vorlesungsinhalte zu lernen (Vgl. L2, Z. 3-12; L3, Z. 309-313). Diese werden nach Meinung einer Lehrkraft vielmehr in die Lage von „großen Studenten“ (Vgl. L3, Z. 235-236) hineinversetzt:

L: „Und das ist also, ich gehe auch nicht nur zum Darwintag, um den fachlich mehr beizubringen, weil das was ist, du musst ja auch [den Inhalt] gut kennen und wissen, was sie gemacht haben, um den wirklich was beibringen zu können. Also, das kann man sozusagen allgemein nicht so, ja zumindest nicht so effektiv wie ein Lehrer, der seine Schüler kennt, und deswegen finde ich, dass man das noch mehr aufbrechen sollte, am Ende so eine Art „meet and greet“ oder so, dass man so eine Gruppe noch mal hingehen kann, sozusagen sich die Person dann was man angucken kann, weil die ja auch zum Teil länger dageblieben sind. Das finde ich super, weil dann in einer kleineren Gruppe auch ein bisschen mehr [Zeit hat]. (...) Jetzt gehe ich noch mal herunter mit meiner Klasse oder mit den Kumpels oder so und stellt diese Frage, die mir unter den Nägeln brennt, und insofern, finde ich es als Interaktion gut.“ (L3, Z. 317-328)

Während die wiederkehrenden Themen am Darwintag für einige Lehrkräfte nicht so motivierend für ein wiederholendes Teilnehmen am Darwintag sind, argumentieren andere Lehrkräfte mit genügend neuen Impulsen, die auch spannend sind auf Lehrer*innensicht. Als störend werden in Teilen Schüler*innen wahrgenommen, die nicht aufpassen und bei denen Lehrkräfte diese nicht zur Ruhe ermahnen. Dahingehend sollten die Organisator*innen die Lehrkräfte am Darwintag daran erinnern auch während der Vorträge ihre Aufsichtspflicht wahrzunehmen (Vgl. L3, Z. 256-271). Hinsichtlich des Fragetools "SLIDO" wurde dies als Mehrwert und motivierend zum Darwintag wahrgenommen, indem Schüler*innen auch merken, dass ihre Fragen gestellt und beantwortet wurden:

L: „Ja. Allerdings auch Fragen zu entwickeln und die auch merken: Ich kann dem Wissenschaftler oder der Wissenschaftlerin da nochmal eine Frage stellen, und die, die wird dann auch wirklich gut beantwortet und wird manchmal auch gelobt, dass es eine gute Frage ist, das fand ich auch großartig. Das ist ja eigentlich mit Corona entstanden, das fand ich sehr gut. Also, ich fand fast digital besser bei meinem Kurs, weil sie sich da mehr getraut haben. Dass ist von der Schule aus fast noch gelungener, aber vielleicht einfach, weil das vom Kurs abhängig ist. Die waren ein bisschen aktiver, haben sich mehr getraut, weil man ja auch digital was zuschicken [kann].“ (L3, Z. 395-301)

Insgesamt wird die organisatorische Arbeit und die Entwicklungen zum Darwintag wahrgenommen und wertgeschätzt:

L: „Und ansonsten toll, dass ihr euch da immer die Mühe macht und so weiter. Man merkt schon, dass sich da auch einiges getan hat und ihr da kontinuierlich in Gange seid. (L2, Z. 148-150)

5.2.4 Ergebnisse der Organisator*innen des Darwintages

Die Interviews der Organisator*innen dienen dem Zweck über Aspekte zu sprechen, die über einen Darwintag hinausgehen und Einblicke in die Entwicklung des Darwintages in den letzten Jahren geben. Die Reflektion richtete sich demnach auf Aspekte wie persönliche Lernprozesse in der Organisation, Entwicklungen auf Ebene des Formates, der Themen oder Zusammenstellung des Organisationsteams wie auch der Zukunftsperspektive zum Darwintag.

Aspekte zur Weiterentwicklung des Darwintages

Im Blick auf die Weiterentwicklung des Darwintages heben die beiden Organisator*innen verschiedene Aspekte hervor: So beschriebte ein*e Organisator*in, dass sie den Darwintag als passendes und vorbildliches Beispiel empfindet, wie längerfristig eine Veranstaltung stetig analysiert und weiterentwickelt wurde, im Gegensatz zu vielen bekannten Outreach-Events, die einmalig stattfinden und keine große Begleitung haben. Diese stetige Entwicklung vom wiederholenden Begleiten und Nachjustieren zeigte sich ihrer Meinung nach auch in der Langfristigkeit des Designs (Vgl. O2, Z. 4-9). Zudem betonte der interviewte Gast als besonderes Merkmal zum Darwintag das Begleiten des Darwintages auf vielen unterschiedlichen Leveln, die dieser nochmal genauer ausführte und als gelungenes Beispiel für die Weiterentwicklung von Outreach ansieht:

O2: „Zum zweiten finde ich total positiv, dass es an so vielen Leveln angesetzt hat. Also es hatte ja sowohl Evaluationskomponenten, was das Event angeht, so nach dem Motto, fanden die Schüler das gut oder was fanden sie schlecht. Es hatte aber auch eine solide Forschungsbasis. Also wo du wirklich in die Tiefe gegangen bist. Wo du auch geschaut hast, wie ist das eigentlich wenn man aktuelle Forschung und da ist Metaorganismus-Forschung ja ein gutes Beispiel tatsächlich mehr in Schulen bringen möchte und diese Verknüpfung zwischen Schulwelt und Wissenschaftswelt stärker da Brücken bauen möchte. Dann gab es diese Kommunikatorebene, die du ja auch von Anfang an mitgedacht hast. Wo man ins Gespräch gegangen ist, Beratungsangebote geschaffen hast, die

*Empfehlungen aus den letzten Jahren, dass die auch zurück gespiegelt worden sind an neue Vortragende. Das Wissen ging nicht verloren von einem Jahr zum anderen, sondern wurde dann an neue Vortragende irgendwie weitergegeben. Das hatte auch eine gewisse Nachhaltigkeit. Und das hat das ganze immer effektiver gemacht auf eine Art und Weise. Und natürlich die Unterrichtsmaterialien direkt. Das ist ja irgendwie auch eine total krasse Supportebene, das man gesagt hat: Hey, wir geben den Lehrkräften irgendwie, wir laden die nicht nur ein, sondern geben den auch tatsächlich konkrete Ansatzpunkte für ihren Unterricht. Das beides miteinander zu verknüpfen. Und auch wirklich Verknüpfungen herzustellen zwischen dem Unterricht und dem Darwintag. Was du ja auch in deinem Material hast, was irgendwie nicht nur ist „Sie beschäftigen sich mit ein paar Sachen, gehen dann zum Event, gehen dann wieder weg“, sondern tatsächliche Brücken zu bauen zwischen der schulischen Welt und der außerschulischen Welt. Die sich dann auch durchziehen und sogar auch in der Nachbereitung finden. Ja, diese Ansatzpunkte auf Ebene von Lehrkräften, Kommunikator*innen, auf Ebene von Schulklassen durch die Materialien auf jeden Fall. Und das dann basierend auf sowohl Evaluation als auch auf Forschungsfundament. Das finde ich schon einfach sehr umfangreich und eine sehr schöne Fallstudie für Weiterentwicklungen von Outreach.“ (O2, Z. 10-31)*

Hinsichtlich des Hauptorganisators berichtet dieser über verschiedenste Entwicklungen zum Darwintag, indem das Ziel darin besteht:

„Wissenschaftliche Forschung und zwar aktuelle Forschung aus Evolutionsbiologie, Schülerinnen und Schülern, aber auch der allgemeinen Öffentlichkeit näherbringen. Das ist ein wichtiges Ziel, das ein anderes wichtiges Ziel ist, dass wir auch grundsätzlich Universität, Studium an der Universität, Forschung an der Universität auch wiederum vermitteln und näherbringen.“ (O1, Z. 13-17).

Hinsichtlich dieses übergeordneten Zieles referierte er auf den letzten Darwintag, wo dieses seiner Meinung nach besonders gut gelungen ist, indem die Zielgruppe mehr noch daraus mitgenommen habe als in den Jahren zuvor. Die Gründe dafür waren seiner Meinung nach folgende Punkte:

O1: „Das heißt, die Vorträge sind ein bisschen kürzer und die Vortragenden sind etwas besser informiert, wo sie ihre Schwerpunkte setzen sollen oder auch besser trainiert, dass sie nicht mit Masse angeben sollen, also mit möglichst vielen Daten, sondern dass sie dann lieber weniger Daten gut erklären und veranschaulicht darstellen, dass sie mehr auf Visuelles setzen und dass sie neben der Erläuterung der wissenschaftlichen Konzepte und Inhalte und Daten auch ein bisschen erläutern, wie Forschung abläuft, wie das Leben eines Forschers an der Universität aussieht. Wir haben die Zahl der Vorträge auch gekürzt und wir haben auch jetzt noch Möglichkeiten, dass Fragen gestellt werden können über ein online Tool. Und das sind alles Punkte, wo mein Eindruck ist, dass die Interaktion mit den Teilnehmern des Darwintages intensiver ist und dass halt auch mehr hängen bleibt, vielleicht als früher. Und das ist, glaube ich, von meiner Seite so vom Organisatorischen her ein ganz wichtiges Ziel, was wir erreichen konnten.“ (O1, Z. 20-30)

Zudem zeigen sich Verbesserungen zum Darwintag, weil seiner Meinung nach über viele Jahre Kompetenz und Expertise aufgebaut wurde. Jedoch weist er auf den Punkt hin, dass die Ansprüche zum Event gestiegen sind durch das Formulieren von Zielen, wie das effiziente Vermitteln der Inhalte und die Wege dorthin z.B. durch die Unterrichtsmaterialien. Dieses zeigte sich in einem gesteigerten Aufwand und dem schwierigeren Zufriedenstellen dieses Aufwandes, indem Outreach nicht als Hauptbestandteil der Arbeit von den Fachwissenschaftler*innen angesehen wird. Er verweist auf diese und zukünftige Herausforderung hin, weil die letzten Jahre durch Drittmittel zusätzliche Personen dabei unterstützt haben und auch dass die Finanzierung sichergestellt wird (Vgl. O1, Z. 75-96).

Bezüglich längerfristiger Effekte der Zielgruppe zum Darwintag in Hinblick auf Themen wie die Metaorganismus-Forschung ging der Hauptorganisator auf die empfundene geringe Flexibilität von Curricula ein und schlussfolgerte daraus:

“Deswegen wäre es wahrscheinlich naiv zu denken, das, was wir da entwickeln, jetzt regulär nachher im Unterricht landen wird. Ich glaube, die Hoffnung, die wir haben müssen, ist, dass wir engagierte Lehrer ansprechen können damit und dass diese doch das so spannend finden, dass sie die

wenigen Freiheiten, die sie haben, nutzen, um unsere Materialien zu verwenden. Irgendwo ist vielleicht die Aufgabe, Lehrkräfte zu motivieren, so zu faszinieren und zu stimulieren, dass das hier diese Option da ist und Materialien bereitzustellen.“ (O1, Z. 126-131)

Entwicklungen bezogen auf das Format

Hinsichtlich des Formates wurde der Darwintag von 2009 bis 2019 allein im Präsenzformat ausgerichtet, dann 2020 und 2021 aufgrund der COVID19-Pandemie ausschließlich in einem online-Format ausgetragen und schließlich 2022 in ein Hybrid-Format mit der live-Übertragung auf YouTube und dem Präsenzformat im Audimax der Kieler Universität. Hierzu äußerte sich der Hauptorganisator, dass das Präsenzformat und das persönliche Zusammentreffen von Forschenden und Schüler*innen einen Unterschied macht und ein anderes Erlebnis für die Zielgruppe ist, als das online-Event durch z.B. das Kennenlernen der Universität und echten Forschenden sowie der Möglichkeit in den Pausen mit denen zu sprechen. Er betonte zudem, dass eine Erkenntnis aus der COVID19-Pandemie ist, dass das online-Format zum Darwintag auch funktioniert, sodass eine Hybrid-Variante seiner Meinung nach das optimale Format zum Darwintag darstellt. Zusätzlich werden am Ende des Darwintages noch Videos zur Verfügung gestellt, die nach Meinung der Organisator*innen eine stärkere Nachhaltigkeit des Events fördern durch nachträgliches Anschauen und Verwenden im Unterricht. Zudem betonte er die mittlerweile etablierten Unterrichtsmaterialien zum Darwintag, die auf Grundlage der Kooperation von Pädagogen und Forschenden entstanden sind und ein wichtiges und bewährtes Hilfsmittel sind die Schüler*innen besser vor- und nachzubereiten und die Nachhaltigkeit der Veranstaltung auch auf diesem Wege zu sichern. Er verweist darauf, dass sich diese Aspekte etabliert haben und wertvoll für den Darwintag sind und deshalb auch in Zukunft beibehalten werden sollten (Vgl. O1, Z. 49-68).

Entwicklungen bezogen auf die übergeordneten Themen

Hinsichtlich der Themen sprach der Hauptorganisator von einem klassischen *Trade-off*. Er berichtete von Gesprächen mit Lehrkräften, die nicht gekommen sind, weil sie das Metaorganismus-Thema zu häufig gehört haben in den letzten Jahren. Dahingehend verweist er auf die Gefahr, dass Lehrkräfte dann das Interesse verlieren können und daher die Themen nicht mehr so als spannend und motivierend empfinden. Auf Seiten der Schüler*innen sah er diese Gefahr nicht, da diese häufig nur einmal oder maximal zweimal zum Darwintag kommen. Auf der anderen Seite könne man bei verwandten oder nahestehenden Themen verstärkt Kompetenzen mit Hilfe von verbesserten Unterrichtsmaterialien oder besserem Anschauungsmaterial aufgebaut werden und somit die Vortragenden besser unterstützen. Die Lösung sieht er in der Mitte mit einer gewissen Themenvielfalt, aber dem Mut bestimmte Themen auch häufiger anzugehen, insbesondere bei Forschungsthemen am eigenen Standort mit großer Expertise wie beim Sonderforschungsbereich 1182 zur Metaorganismus-Forschung mit den Outreach-Projekt (Vgl. O1, Z. 75-96).

Persönliche Lernprozesse zur Organisation des Darwintages

Auf persönlicher Ebene wurde geschlussfolgert, dass Weiterentwicklungen zum Darwintag d.h. das Verändern von bestimmten „Stellschrauben“ Zeit braucht und eine eigene Evolution durchgemacht hat:

*O2: „Das sowas auch Zeit braucht. Das ist hier jetzt ein Prozess von wirklich mehreren Jahren gewesen und dadurch das immer ein Jahr dazwischen war, ging das auch echt nicht in riesen Schritten. Auch das ist eine Art von Evolution, verrückter Weise. Man kann nicht einfach irgendwie ein Event machen und das dann komplett neu erfinden, sondern muss auf bestehenden aufbauen. Und das ist auch gut so, weil es ja am Anfang ein reines Vortrageevent. Sehr „one-way“ gedacht und so. Und das ist auch vielfach die Realität von Outreach noch an Institutionen. Das hat auch viele Vorteile für Kommunikator*innen und Wissenschaftler*innen, das so aufzuziehen. Insofern ist es auch gut da anzusetzen, aber auch wirklich so kleine Bausteine sich vorzunehmen und zu sagen „Hey, nächstes*

Jahr könnten wir hier mal ansetzen und dann das Jahr darauf, vielleicht könnte man das noch ergänzen.“ Das war auch eine Evolution (lachen).“ (O2, Z. 34-42)

Zusätzlich wird als Lehre formuliert, dass es für ein effizientes Event und das Weiterentwickeln dieses Events auf engagierte Menschen mit einer hohen Eigenmotivation ankommt wie z.B. der Hauptorganisator des Events. Dieser ist nach meiner der interviewten Person gleichzeitig auch ein angesehener Wissenschaftler*in an der Kieler Universität und hat viele Vortragende, v.a. Professor*innen, persönlich überzeugt beim Darwintag mitzumachen, vor allem zu Beginn der didaktischen Mitarbeit am Darwintag. Im fortgeschrittenen Verlauf der Organisation hatte die interviewte Person mehr das Gefühl, dass auch gerade jüngere Forschende eine Eigenmotivation zum Teilnehmen am Darwintag mitbringen. Hinsichtlich des Hauptorganistors berichtet dieser von der angesprochenen Eigenmotivation:

O1: „Und eine Motivation für mich ist schon, dass ich das als wichtig empfinde: Das, was wir hier an der Universität an Forschung machen auch vermitteln, dass wir also irgendwo sicherstellen, dass das, was wir an komplexen Erkenntnissen gewinnen, auch der Öffentlichkeit vermitteln. Weil die Öffentlichkeit, also es sind eigentlich mehr Gründe: A) Die Öffentlichkeit finanziert uns am Ende, das heißt, irgendwo hat sie ein Recht das auch zu erfahren. Gleichzeitig halte ich es auch für sehr, sehr wichtig, dass die Öffentlichkeit die wissenschaftliche Forschung weiterhin unterstützt. Und das kann und will sie nur, wenn sie informiert ist, wenn sie versteht, was wir machen. Und das ist, glaube ich, folgende der Erfahrung, die wir jetzt gerade in der Corona-Pandemie gemacht haben, wie wichtig es ist, dass Forschungserkenntnisse verstanden werden und auch Unsicherheiten, die damit einhergehen. Um langfristig sicherzustellen, dass Forschung unterstützt wird. Weil Forschung ist einfach ein ganz wichtiger Wegzweig, der zum Erkenntnisgewinn führt und letztendlich dann auch zum Wohlbefinden unserer Gesellschaft beiträgt. Medizinische Errungenschaften wären ohne Forschung nicht möglich. Dafür muss aber die Bereitschaft in der Gesellschaft da sein, in die Forschung zu investieren. Deswegen sehe ich das als sehr wichtige Motivation solche Outreach-Programme auch mit zu unterstützen. Und meine Passion ist Evolution, Evolutionsbiologie. Und deswegen ist der damit auch ein sehr passender Ort, um dieses Thema anderen näherzubringen.“ (O1, Z. 102-119)

Zukunftsperspektive zum Darwintag

Hinsichtlich der Zukunftsperspektive zum Darwintag betonten beide Interviewten unterschiedliche Aspekte: Zum einen wurde der Aspekt angesprochen, dass für die Organisation des Darwintages eine langfristige Perspektive geschaffen sein sollte und nicht an befristete Projekte gebunden sein sollte. Dafür wurde der Vorschlag einer Anlaufstelle an Institutionen für naturwissenschaftlich Forschende eingebracht, an welcher Vorstellungen zu einem Event eingebracht werden können und geholfen wird, das Event zielgruppengerecht und effektiv zu gestalten und auch begleitend zu evaluieren. Zum anderen wurde erwähnt, dass eine Bereitschaft zur stetigen Veränderung und Weiterentwicklung des Darwintages wichtig sei. Zum 200. Geburtstag von Charles Darwin war eine gute Motivation und großes Interesse an Darwin von Seiten der Schulen vorhanden. Die interviewte Person sieht jedoch eine Gefahr darin, dass die Veranstaltung ohne Anpassungen in Zukunft nicht mehr so attraktiv für die Zielgruppe ist. Deswegen rät diese zu regelmäßigen Anpassungen hinsichtlich der Idee oder der Bereitschaft die Idee auch loszulassen. Zur momentanen Situation des Darwintages und dem Aufrechterhalten des Interesses durch bestimmte Anpassungen äußerte diese sich wie folgend:

O1: „Im Moment ist es noch so, dass wir das Interesse der Lehrkräfte und auch der Schülerinnen und Schüler noch gewinnen können. Und ich glaube, dafür war tatsächlich sehr wichtig, dass wir das Programm verbessert haben, dass wir Anpassungen vorgenommen haben, dass es Unterrichtsmaterialien gibt, die wir entwickelt haben, sodass man das besser in den Unterricht integrieren kann. Ein anderer Aspekt wird sicherlich auch sein, dass wir dann Themen aus der Evolutionsbiologie aufgreifen, die irgendwo eine gewisse Aktualität haben. Vor zwei Jahren hatten wir das Thema Pandemie und Evolution. Das war dann zu Beginn der Corona-Pandemie natürlich sehr hochaktuell und spannend. Und genau solche Themen müssen wir uns suchen. Wir hatten auch zwischendrin mal Evolution im Meer und das ist dann wiederum für das Thema der Klimakrise. Das ist sicherlich ein Weg, um das Interesse aufrechtzuerhalten und die Motivation für Lehrkräfte, uns zu besuchen

und mitzumachen, hochzuhalten. Aber sicherlich auch, um die Motivation der Vortragenden hochzuhalten. Und das wird glaube ich so ein kontinuierlicher Prozess sein, wo aber vielleicht auch irgendwann mal ein Ergebnis sein kann, dass wir sagen "okay, wir beenden den Darwintag" und schaffen vielleicht ein neues Format. Den Mut sollte man auf jeden Fall auch immer wieder haben." (O1, Z. 149-163)

Rolle der Naturwissenschaftsdidaktik

Da die fachdidaktische Vermittlungsrolle erst durch eine vorangegangene Masterarbeit seit 2018 begleitet wird, wurde zudem nach der Rolle der Naturwissenschaftsdidaktik bei der Organisation des Darwintages gefragt. Hierzu betonten beide Organisator*innen eine bedeutsame und wertvolle Rolle in Bezug auf Schüler*innen und Lehrkräfte als Zielgruppe. Dieses äußerte sich nach Aussagen der Interviewten in der Vermittlungsarbeit und dass die Unterstützungsangebote und Strukturen von den Forschenden nicht allein aufgebaut werden könnten durch fehlende Ressourcen und Expertise in diesem Feld. Dazu ergänzte ein Interviewgast die Chancen der Beteiligung von Naturwissenschaftsdidaktik:

O2: „Und ich finde das hat maßgeblich dazu beitragen, dass der Darwintag eben nicht nur ein „single-event“ ist, der irgendwie einfach so ungebunden irgendwie durchlaufen wird und dann ist man da heraus. Sondern da tatsächlich auch bei Lehrkräften so Entwicklungsarbeit leisten kann und sagen kann „Dieses Thema auch viel stärker sozusagen auf die Agenda bringen kann und so“. Also ich würde sagen Reichweite, auch die Netzwerke zu nutzen, die die Naturwissenschaftsdidaktik hat. Und dafür mehr Reichweite zu sorgen, für mehr Implementation zu sorgen, dass das tatsächlich dann auch im Schulen landet. Das sind alles Chancen, die Beteiligung von Naturwissenschaftsdidaktik auf jeden Fall leisten kann.“ (O2, Z. 77-84)

Der Hauptorganisator bringt zudem ein, dass seine Expertise vielmehr den fachwissenschaftlichen Inhalt und die Forschung betrifft und daher die Didaktik eine Komponente mit einbringt, die für den Darwintag von hohem Wert ist und dieser nicht so ausfüllen kann:

O1: „Ich denke, die Rolle ist schon sehr bedeutsam, denn unsere Hauptexpertise ist Forschung, also die Hauptexpertise der Vortragenden. Wir machen universitäre Lehre, aber häufig auch eher so nach dem Motto "Das haben wir uns selbst beigebracht". Und ich würde sagen, wenn wir tatsächlich effizient Schülerinnen und Schüler oder einen Laienpublikum erreichen wollen, reicht das, was wir an didaktischer Expertise haben, nicht. Es reicht auch nicht, dass wir an Verständnis haben, was Schülerinnen und Schüler anspricht und wie wir das am besten vermitteln. Und aus der Erfahrung der letzten Jahre weiß ich auch einfach, dass es vom unschätzbaren Wert war, auf die Expertise in der Didaktik zurückgreifen zu können. Das heißt das, was an Ratschlägen kam, Hinweisen kam. Das, was wir dann an Unterrichtsmaterialien gemeinsam entwickelt haben, hat definitiv dazu geführt, dass der Darwintag damit ansprechender wurde, zugänglicher wurde für ein Laienpublikum und letztendlich auch nachhaltiger wirken konnte, weil dann halt auch mehr an Wissen, an Inhalten hängen geblieben ist.“ (O1, Z. 161-187)

5.3 FAZIT – Reflektionsinterviews mit Forschenden, Lehrenden und Organisator*innen des Darwintages

Die Reflektionsphase dieser Forschungsarbeit enthielt halbstrukturierte Einzelinterviews mit Mitgliedern unterschiedlicher beteiligter Gruppen des Darwintages: Kommunizierenden Wissenschaftler*innen, teilnehmenden Lehrkräften und Organisator*innen.

5.3.1.1 Reflektionsinterviews mit Wissenschaftler*innen

Kommunizierende Wissenschaftler*innen berichteten von den Gestaltungshinweisen als hilfreiche Unterstützung zur Vorbereitung der Vorträge und gaben an, versucht zu haben möglichst viele oder alle Punkte darin umzusetzen. Andere sahen die Gestaltungshinweise eher als optional an und gingen

weniger stark auf die Aspekte ein. Die Stichpunkte zum Fachinhalt wurden von Forschenden als hilfreich empfunden, weil sie sich schwer in die Vorstellungswelt von Schüler*innen als Zielgruppe hineinversetzen konnten. Sie erwähnten, dass sie womöglich sonst nicht so intensiv auf die positiven Auswirkungen von Mikroorganismen eingegangen wären. Eine Wissenschaftlerin merkt zudem an, dass auch das didaktische Beratungsgespräch sehr hilfreich war, um die Zielgruppe besser einschätzen zu können. Insbesondere NOS-Hinweise wurden als besonders hilfreich empfunden, weil Forschenden sonst nicht so intensiv auf den Forschungsprozess eingegangen wären und nicht wussten, dass Schüler*innen dies als besonders spannend empfinden. An dieser Stelle lässt sich auch mit Hilfe der Vortragsfolien vermuten, dass die Hinweise direkten Einfluss auf die Vorträge genommen haben und sich hier deutlich von einem Vortrag mit einer wissenschaftlichen Zielgruppe unterscheiden. Besondere Berücksichtigung findet dabei der Aspekt zum Abbilden authentischer Forschung mit Höhen und Tiefen beim Forschen und das Präsentieren von realen Personen sowie deren Arbeitsumgebungen. Bezogen auf die Zielgruppe wurden Bezüge zu Charles Darwin im Vortrag sowie das Herstellen von Alltagsbezügen vielfach diskutiert. In der aktuellen Forschungsliteratur sind insbesondere Kommunikationstrainings für Wissenschaftler*innen zunehmend von Interesse. Die Forschungsgruppe um Dudo et al. (2021) konnte dabei herausfinden, dass der Schwerpunkt bei Kommunikationstrainings für Wissenschaftler*innen in Nordamerika auf der Verbesserung ihrer Kommunikationsfähigkeiten wie dem Erzählen von Geschichten (*Storytelling*), der Formulierung klarer Botschaften oder der Reduzierung der Menge an Fachbegriffen liegt. Insbesondere das weitere Erforschen über die Wirkung von Geschichten (*Storytelling*) könnte helfen, diese noch besser an die Zielgruppe anzupassen und so die Wirksamkeit noch zu erhöhen. Diese Hinweise sind ebenfalls in den Gestaltungshinweisen zum Darwintag zu finden und wurden als hilfreich eingeschätzt. Insbesondere der Aspekt der aktiven Einbindung von Zielgruppen wurde von einigen Vortragenden als hilfreiche und positive Erfahrung empfunden, da diese am Darwintag „über den eigenen Schatten gesprungen sind“ und eine Frage ans Publikum gestellt haben. Einigen anderen Vortragenden schien der Darwintag dafür weniger geeignet zu sein. Dudo et al. (2021) weisen auf mehr Forschungsbedarf hin, der eine mögliche andersartige Herangehensweise von *public engagement* bei jüngeren und älteren Wissenschaftler*innen untersucht. Insbesondere besteht in der Wahrnehmung von Nachwuchswissenschaftler*innen der Wissenschaftskommunikation Forschungsbedarf hinsichtlich der Fragen, was sie interessiert und welchen Zugang sie dazu haben (z.B. Howell et al., 2019). Diese unterschiedliche Wahrnehmung von *public engagement* konnte in Ansätzen ebenfalls über die Integration unterschiedlicher Vortragenden von vornehmlich älteren Professor*innen zu Beginn des Projektes hin zu einer stärkeren Durchmischung und Integrierung von Nachwuchswissenschaftler*innen beobachtet werden, wie es auch eine Organisatorin beschreibt. Allerdings sind diese Beobachtungen nicht evidenzbasiert und bilden einen guten Ansatzpunkt für weitere Forschung am Darwintag. Die Vortragenden wünschten sich zudem zukünftig mehr Informationen zur Zielgruppe und deren Bedürfnissen, was durch die Gestaltungshinweise und weiteren Angeboten im Bereich der Wissenschaftskommunikation intensiver integriert werden könnte.

Die vornehmlich als Berufseinsteiger*innen zu bezeichnenden Forschenden hatten zuvor wenig bis gar keine Erfahrung mit Schüler*innen als Zielgruppe gemacht; dies zeigte sich etwa beim Einschätzen der Zielgruppe in Bezug auf Vorwissen oder Interessen. Alle Interviewten berichteten von einer unterhaltenden und wertvollen Erfahrung, indem einige wie bei dem Stellen der Fragen „über ihren eigenen Schatten gesprungen“ sind. Es gibt zudem Hinweise darauf, dass die Gestaltungshinweise und das didaktische Beratungsangebot (neben der Erfahrung am Darwintag) dazu geführt haben, dass die Forschenden selbstsicherer mit der Zielgruppe von Schüler*innen umgingen und diese so besser einschätzen können. Bezogen auf die Profiteure vom Darwintag äußern die Forschenden einerseits die Zielgruppe, die fachdidaktische Forschung, aber auch die Vortragenden Wissenschaftler*innen. Zusätzlich

wird für die Zielgruppe durch die aufgenommenen Videos ein nachhaltiger Mehrwert generiert. Eine Wissenschaftlerin berichtet von neuen Impulsen durch das Unterrichtsmaterial in ihrem Bachelorkurs. Zukünftig wünschen sich die Forschenden zusätzliches Feedback von der Zielgruppe hinsichtlich ihres Vortrages. Bezogen auf zusätzliche Angebote von Kommunikationstrainings für die Wissenschaftler*innen äußerten alle Befragten Interesse, auch Grundlagen der Wissenschaftskommunikation zu erlernen und in einen gegenseitigen Austausch zu treten. Sie sahen aber auch knappe zeitliche Ressourcen und potenziell geringes Interesse im Sonderforschungsbereich als mögliche Herausforderungen. Inhaltlich wünschen sich die Vortragenden vielmehr das Durchsprechen von Hinweisen bei den Gestaltungshinweisen oder das Vorbereiten von kurzen Vorträgen für ein bestimmtes Publikum. Bezüglich der Methode der *Conjecture Maps* nach Sandoval (2014) konnte diese erfolgreich auch für die Arbeit mit Wissenschaftler*innen nachträglich übertragen werden und bietet Anknüpfungspunkt für weiterführende Forschung, da diese Methode bislang vornehmlich im Lernprozess mit Schüler*innen angewendet wurde.

5.3.1.2 Reflektionsinterviews mit Lehrkräften

Bei den Unterrichtsthemen heben zwei Lehrkräfte das Thematisieren interdisziplinärer Forschung als wichtig für den Schulunterricht hervor. Eine Lehrkraft betont dazu, dass Schüler*innen so früh wie möglich mit dem Thema in Kontakt kommen sollten und Naturwissenschaften nicht nur stringent nach einem Fach unterrichten sollten, sondern dies ‚zusammengedacht‘ werden sollte. Unklar bleibt jedoch, welches Verständnis von Interdisziplinarität der Person zu Grunde liegt, wie es auch schon der 2. Studie dieser Arbeit als Erkenntnis herausgestellt wurde. In Bezug auf aktuelle Metaorganismus-Forschung im eigenen Unterricht berichteten die Interviewten momentan über wenig direkte Bezüge, jedoch erwecken die Themen das Lehrer*inneninteresse und diese können insbesondere in der E-Phase und dem 13. Jahrgang viele Anknüpfungspunkte zu Konzepten der Symbiose und Evolution, aber auch zum Organismus „Schwamm“ herstellen. Teilweise wird das Material auch als zu schwer für eine E-Phase eingeschätzt, da die Schüler*innen nach Angaben der Lehrkräfte durch die Pandemie viel Schulstoff aufzuholen haben. Zwei Lehrkräfte erwähnen zudem das regelmäßige Einsetzen von älteren Unterrichtsmaterialien zu Modellorganismen, die auch z.B. in Klausuren Berücksichtigung finden. Gründe für das wenige Einbringen von aktueller Forschung im Unterricht sind Zeitmangel, unzureichend gut didaktisch ausgearbeitete Materialien und fehlende Kenntnis über bestimmte fachwissenschaftliche Gegenstände, wie den SFB 1182 zur Metaorganismus-Forschung und dessen Bezüge zu Evolution. Die Themen zu vielfältigen Forschungsprozessen im Unterrichtsmaterial wurden positiv aufgenommen und dienten als zusätzlicher Anreiz die Materialien direkt zu Nutzen. Dazu gehörten auch die Methoden zur Veranschaulichung von Forschungsaspekten durch eine *Mind-Map* im Vorfeld des Darwintages und das Wissenschafts-BINGO direkt am Darwintag. Lehrkräfte sehen die Vermittlung authentischer Forschung zudem als ein großes Ziel des Darwintages und seinen begleitenden Unterrichtsmaterialien an. Dies wird durch das Erwähnen von echten Wissenschaftler*innen im Unterrichtsmaterial sowie den dialogischen Elementen und Einblicken in den Berufsalltag am Darwintag als sehr positiv wahrgenommen. Auch Aspekte wie der *Peer-review Prozess* in der Wissenschaft wird allgemein als spannendes Thema für den Unterricht aufgenommen, bei der eine Lehrkraft insbesondere die Relevanz und den Kontext in der COVID19-Pandemie betont, bei der es wichtig war „gesicherte Informationen“ zu erhalten und das dort das Schülerinteresse stark vorhanden war. Die Person würde dieses beim Unterrichtsmaterial erneut in diesen Kontext einbetten.

Der Zugang zum konzipierten Unterrichtsmaterial über die Lehrerhandreichung wird von den Lehrkräften als hilfreich, übersichtlich und auch niedrigschwellig eingeschätzt. Zudem wird eine schnelle Ori-

entierung und Zugänglichkeit durch die Gestaltung erwähnt, da in der Handreichung mit Symbolen, Pfeilen, Textkästen und Farben je nach Hinweis gearbeitet wird. Es wird die Einschätzung gegeben, dass andere Lehrerkolleg*innen das konzipierte Unterrichtsmaterial ohne die niedrigschwellige Handreichung nicht nutzen würden. Die als „textlastig“ beschriebene Lehrkräftehandreichung wird jedoch, durch das optionale Auswählen der relevanten Hinweise zum Material nicht als störend empfunden. Die Fülle an Informationen wird je nach Erfahrungslevel unterschiedlich eingeschätzt und besonders für Berufseinsteiger*innen als hilfreich empfunden. Ebenso verhält es sich mit den curricularen Hinweisen zum Einbinden der Inhalte zur modernen Forschung. Die Tipps etwa zum respektvollen Umgang mit Feedback unter den Schüler*innen werden positiv hervorgehoben, genauso wie die Hinweise zum Fachinhalt und dem positiven Umgang mit Mikroorganismen bzw. der Sensibilisierung der Lehrkräfte. Als Hinweis wird noch gegeben, weitere Lösungsvorschläge zum Unterrichtsmaterial in die Lehrerhandreichung zu integrieren, um Lehrkräften unter Zeitmangel schnelleren Zugang zu den Aufgaben zu ermöglichen. Somit könnte die konzipierte Lehrkräftehandreichung einen vielversprechenden Weg darstellen, der mangelnden Integration des Besuches am außerschulischen Lernort zu begegnen, wie es Guderian (2007) in seiner Arbeit beschreibt, und die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien häufiger im Schulunterricht einzusetzen (Guderian 2007; Tal et al., 2005). Dazu könnte die Lehrkräftehandreichung ein hilfreiches Instrument sein, die von ihm beschriebene mangelnde Verknüpfung des naturwissenschaftlichen Themas in den Gesamtkontext einzubetten. Aus den Interviews lässt sich daher feststellen, dass dies besonders wertvoll für Berufseinsteiger*innen wäre, indem z.B. Anknüpfungspunkte zum Curriculum gegeben werden. Zusätzlich könnten niedrigschwellige Handreichungen einen Beitrag zu fehlenden Fort- und Weiterbildungen neuer Forschungsthemen leisten, indem diese Informationen mit didaktisch entwickelten Unterrichtsmaterial zusammen ausgehändigt werden, z.B. im Vorfeld der Veranstaltung auf einer Homepage (Guderian, 2007). Durch die Lehrkräftehandreichung werden den Lehrkräften nach Erkenntnissen aus den Interviews die Vorteile und das Potential zum Einsatz der Materialien schnell bewusst, wie es auch Guderian (2007) ausdrücklich empfiehlt. Hinsichtlich der Unterstützungsmöglichkeiten für Lehrkräfte wie beim Darwintag könnte auch das mehrmalige Besuchen ein Weg sein, außerschulische Lernorte strukturell in den Schulunterricht zu integrieren und nicht als unverbundene Veranstaltung und einem unterhaltsamen Ausflug zu sehen, sondern als organisierten und längerfristigen Lernanlass (Tal et al., 2005). Somit wird das Ziel verfolgt, das Bewusstsein für die Effektivität und das Potential von außerschulischen Lernorten zu erhöhen (Tal et al., 2005), indem Lehrerhandreichungen einen entscheidenden Beitrag dazu leisten könnten. Bezüglich der Methode der *Conjecture Maps* nach Sandoval (2014) konnte diese ebenfalls auf die Arbeit mit Lehrkräften übertragen werden.

5.3.1.3 Reflektionsinterviews mit Organisator*innen

Zwei der Organisator*innen zum Darwintag gaben in ihren Interviews einen Einblick in die verschiedenen Entwicklungen des Darwintages.

Bei der Themenauswahl zum Darwintag wird angestrebt, weiterhin eine gewisse Vielfalt zu präsentieren, aber auch bestimmte Themen mit großer Forschungsexpertise am eigenen Standort häufiger anzusprechen. Bezogen auf die Zukunft zeigt sich Streben von einer längerfristigen Perspektive ohne Verlass nur auf befristete Projekte als erstrebenswert, indem eine institutionelle Anlaufstelle für Forschende der Naturwissenschaften geschaffen wird, die *Science Outreach* Events zielgruppengerecht und effektiv gestalten möchte. Zudem wird betont, dass die Bereitschaft vorhanden sein sollte, den Darwintag regelmäßig an die Bedürfnisse der Beteiligten anzupassen oder bei ungenügendem Interesse ein neues Format zu schaffen bzw. den Darwintag in dieser Form nicht mehr stattfinden zu lassen. Hinsichtlich des Formates spricht sich der Hauptorganisator für die Hybridvariante zum Darwintag

als das beste Format aus, indem das *Live*-Erlebnis an der Universität erhalten bleibt und zusätzlich eine große Reichweite und Nachhaltigkeit der *gestreamten* Vorträge auf YouTube erreicht wird. Hierzu geben Forschende wie Sardo, Little und Fogg-Rogers (2021) bezüglich einer Umfrage zu den *Royal Institution Christmas Lectures* den Hinweis, dass die Übertragung von längeren Vorträgen auch mit Experimenten oder weiteren Effekten auf ein Medium wie Fernsehen schwierig sein kann, weil vor allem das jüngere Publikum heutzutage ein anderes Sehverhalten bei digitalen Medien wie z.B. durch viele kurze Videos gewohnt ist. Sie schlagen daher vor, sich entweder für ein Medium zu entscheiden (live-Format oder Fernsehen) und dies anzupassen oder Vorlesungen in kleinere Clips über soziale Medien und für den Unterricht verfügbar zu machen.

Die persönlichen Lehren aus der Organisation zeigen, dass Veränderungen Zeit benötigen und selbst eine Art "Evolution" durch das Aufbauen auf bestehenden Strukturen absolvieren. Dazu betonen die beiden Interviewten das Mitbringen einer hohen Eigenmotivation und dass es von Vorteil ist, selbst ein*e Fachwissenschaftler*in zu sein, um seine Kolleg*innen zu überzeugen am Darwintag teilzunehmen. Zusätzlich wurde angemerkt, dass bei jüngeren Wissenschaftler*innen eine höhere Eigenmotivation vorhanden war am Darwintag teilzunehmen und eine Entwicklung von vornehmlich etablierten Professor*innen als Vortragende hin zu einem vielfältigeren Bild von Vortragenden mit Professor*innen, Post-Docs und teilweise auch Doktorand*innen stattfand. Dies wurde veranlasst, um ein vielfältigeres Bild von Forschenden zu vermitteln, in eine Vorbildrolle einzunehmen und unterschiedliche Perspektiven je nach Berufserfahrung abzubilden. Diese Entwicklung einer größeren Vielfalt (Frauen, People of Color, Millennials und begeisterte ältere Vortragende) an Vortragenden bei Vortragsveranstaltungen berichten auch Sardo, Little und Fogg-Rogers (2021) bei der Weiterentwicklung der traditionsreichen *Royal Institution Christmas Lectures* in Großbritannien.

Hinsichtlich der Rolle der Naturwissenschaftsdidaktik am Darwintag sind sich beide Interviewten einig, dass diese bedeutsame und wertvolle Arbeit für die Zielgruppe von Lehrkräften und Lernenden darstellt, indem vermittelnde Strukturen und Angebote für alle Beteiligten geschaffen wurden, die die Hauptorganisator*innen als Fachwissenschaftler*innen nicht in dieser Form aufbauen konnten. Die Ergebnisse der fachdidaktischen Arbeit zeigten sich demnach in der Entwicklung einer unverbundenen Vortragsveranstaltung hin zu einer Entwicklungsarbeit bei Lehrkräften und einem Konzept zur Integration des Darwintages und der zugehörigen Themen in den Schulunterricht. Der Darwintag zeigte nach dem Hauptorganisator eine ansprechendere, zugänglichere und nachhaltigere Wirkung, z.B. bei den Inhalten der Vorträge. Dazu geben Saldo, Little und Fogg-Rogers (2021) zu bedenken, dass das Anpassen der Vorträge auf eine Teilgruppe der Gesellschaft nicht zu anspruchsvoll sein darf, weil es sonst nur die schon interessierten Menschen anspricht und Menschen aus niedrigeren sozio-ökonomischen Verhältnissen fernhält, wie es auch bei Wissenschaftszentren und Museen beobachtet wurde (Dawson, 2014b, 2018). Jedoch dürften die Vorträge auch nicht zu leicht sein, weil einige Zuschauende sonst das Gefühl hätten, ihnen würde inhaltlich nichts zugetraut und dies nicht Interesse, sondern Frustration beim Zuschauen weckt. Zur Weiterentwicklung des Darwintages wird dies als passende und vorbildliche Fallstudie für die Weiterentwicklung von Outreach angesehen, indem längerfristig eine Veranstaltung forschungsbasiert evaluiert und weiterentwickelt wurde. Dies zeigte sich bei den Wegen zur Integrierung von moderner Metaorganismus-Forschung in die Schule (z.B. Unterrichtsmaterialien), die Sensibilisierung der Kommunikator*innen in Bezug auf das zielgruppengerechte und effiziente Vermitteln ihrer Forschung (z.B. durch die stetig weiterentwickelten Gestaltungshinweise) oder auch die Unterstützung der Lehrkräfte beim Integrieren der Materialien. Zudem wurde das Format selbst weiterentwickelt, etwa durch die Möglichkeit Fragen zu stellen oder den vermehrten Einblicken in Forschungsprozesse. Diese Aspekte führten nach Meinung des Hauptorganisators dazu, dass die In-

teraktion zwischen Schule und Wissenschaft intensiver geworden ist und dass die Ziele des der Vermittlung von aktueller Evolutionsforschung sowie dem Kennenlernen der Universität erreicht wurden. Zusätzlich weist er auf die Ebene der Lehrkräfte hin, diese zu motivieren und zu faszinieren und so aktuelle Forschung trotz vieler curricularer Vorgaben in die Schule zu integrieren. Er weist jedoch auch darauf hin, dass die Ansprüche zum Darwintag immer höher werden und es neben den Forschungstätigkeiten immer schwieriger wird, dies zeitlich zu vereinbaren mit den Aufgaben in Forschung und Lehre und dort nach Entlastungsmöglichkeiten gesucht werden müsste.

VIII. ABSCHLIESSENDE DISKUSSION

Ziel dieser Forschungsarbeit war es mehr Informationen über die Funktionen der Vermittlung forschungsbasierter und stakeholderorientierter Wissenschaftskommunikation zu erhalten. Hierfür wurde im ersten Schritt ein Modell zur Verknüpfung von Modellen der Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik selbst entwickelt. In einem zweiten Schritt wurde dieses Modell durch einen *design-based research*-Ansatz praktisch am *Science Outreach* Programm des Darwintages an der CAU Kiel umgesetzt. Innerhalb der Ausgestaltung der Vermittlungsrolle war dahingehend ein Ziel *Science Outreach* Programme wie den Darwintag effizienter zu gestalten. Dies sollte mit Hilfe evidenzbasiertem und systematischen Design von Bildungsprodukten unter Beteiligung der Perspektiven von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen umgesetzt werden. Im nachfolgenden Abschnitt werden daher die übergeordneten Forschungsfragen dieser Arbeit beantwortet und auf die Ergebnisse aus den drei Studien bezogen. Die einzelnen Unterkapitel zeigen im ersten Schritt die Ausgestaltung der Vermittlung, anschließend wird diese im Vergleich zur aktuellen Forschungsliteratur eingeordnet und die wahrgenommenen Aufgaben- und Funktionsbereiche der Vermittlung anhand der Ergebnisse der Studien diskutiert.

Als übergeordnete Fragestellung wurde in dieser Forschungsarbeit analysiert, welche Funktionen die Vermittlung von forschungsbasierter und stakeholderorientierter Wissenschaftskommunikation bei einem *Science Outreach* Programm wie dem Darwintag an der CAU Kiel einnehmen kann. Zur Beantwortung dieser Frage wurden die folgenden Bereiche identifiziert und durch die Forschung am Darwintag ausgestaltet:

6 DISKUSSION

6.1 Die Rolle der vermittelnden Meta-Perspektive – Chancen und Herausforderungen in der Vermittlung

Die Ausgestaltung der Vermittlungsrolle

Hinsichtlich der Gestaltung von iterativ abgestimmten Unterstützungsmaterialien stand die Vermittlungsrolle in einer übergeordneten Position, in der die einzelnen Fokusgruppeninterviews im Designprozess organisiert wurden. Diese übergeordnete Position ermöglichte alle Designschritte zentral zu bündeln und zu koordinieren, um dann die beteiligten Perspektiven iterativ gezielt zuerst nach ihrer fachlichen Expertise zur Metaorganismus-Forschung zu befragen, anschließend didaktisches Feedback zum Inhalt bei den Lehrkräften einzuholen und abschließend Schüler*innen als Zielgruppe mit ihren Bedürfnissen im Designprozess zu integrieren. Die Einbeziehung von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen in einen Designprozess lässt sich beispielsweise auch in anderen Forschungsprojekten etwa bei Anna Weltman (in Bakker, 2018) oder implizit bei Co-Design-Ansätzen von “teacher-researcher-partnerships (TRP)” beobachten (Juuti et al., 2021). Beim zweitgenannten Forschungsprojekt nennen die Autor*innen TRP als vielversprechende Möglichkeit, um Forschungserkenntnisse in den täglichen Schulunterricht mit der Planung, Durchführung und Reflexion zu kombinieren und so auf Lehrer*innenseite Kompetenzen darin aufzubauen. Dieser Co-Design Vorgang erstreckte sich dahingehend auf bis zu drei Jahre mit gleichbleibenden Akteuren von Lehrkräften, Wissenschaftler*innen und ferner den Schüler*innen (Juuti et al., 2021). Bezogen auf den eigenen Forschungsansatz waren die befragten Gruppen naturwissenschaftliche Lehrkräfte, Oberstufenschüler*innen oder Metaorganismus-Forschende, die getrennt von den anderen Gruppen eine tiefgehende Diskussion hinsichtlich der hereingegebenen Impulse ermöglichte durch eine ähnliche Ausgangslage und Expertise in ihrem

Fachgebiet. Eine Chance aus Sicht der Vermittlung war daher auch, die wechselnden Perspektiven und Akteure im Designprozess miteinander zu vergleichen, indem die Aussagen Einblicke in prototypische Positionen aus Sicht von Lernenden, Lehrkräften und Forschenden gaben. Mit Hilfe dieser Zuteilung kann aus Vermittlungssicht erreicht werden, dass innerhalb weniger Monate gesellschaftlich relevante Forschungsinhalte ermittelt werden, die in Hinblick auf zielgruppenspezifische Bedürfnisse angepasst sind. Im Vergleich zum TRP-Ansatz kann zusätzlich die kürzere zeitliche Komponente als Chance im Designprozess hervorgehoben werden. Da die Einbeziehung der Akteure zu aktuellen Forschungsthemen einmalig im Designprozess und z.T. bei Lehrkräften ein zweites Mal in der Reflektion stattfand, konnten viele Beteiligte überzeugt werden am Designprozess teilzunehmen, indem diese im Gegenzug zielgruppenspezifisches Unterrichtsmaterial mitgestalten und Anreize bekommen dies für den Darwintag auch zu nutzen. Die Bedeutung des Aspektes zum Ideenaustausch und der aktiven Einbeziehung von Lehrkräften für die Umsetzung in konkrete Unterrichtseinheiten betont auch Loukomies et al. (2018). Ebenfalls zeigten die Ergebnisse dieser Arbeit an, dass Lehrkräfte nur online zur Verfügung gestelltes Unterrichtsmaterial in vielen Fällen nicht für den eigenen Unterricht nutzten (siehe Ergebnisse der 1. Studie, Kapitel 3.2.2) und durch den Einbezug der Lehrkräfte in die Materialgestaltung diese in der dritten Studie vielfältige Gründe nennen konnten, das Unterrichtsmaterial auch einzusetzen (siehe Kapitel 5.2.2). Das iterative Vorgehen mit einer übergeordneten Vermittlungsrolle erweist sich daher als erfolgsversprechend in Hinblick auf die jährlich wechselnden Themen des Darwintages mit Anspruch der zielgruppenspezifischen Inhalte für den Schulunterricht und den personellen Ressourcen für den Darwintag im Vergleich zum Vorgehen der TRPs. Eine Herausforderung im Vergleich zum Vorgehen im TRP ist, dass nicht das Ziel eines Kompetenzaufbaus bei Lehrkräften formuliert wird (Juuti et al., 2021), sondern eine eintägige Vortragsveranstaltung wie der Darwintag Impulse gibt und aktuelle Unterrichtsmaterialien ‚herkömmlichen‘ Unterricht bereichert. Zudem zeigte sich, dass das iterative und forschungsbasierte Design für die Datenauswertung (wie hier der qualitativen Inhaltsanalyse nach induktiven Verfahren von Mayring (2015)) und das jeweilige Anpassen des Designs zum einen sehr zeitaufwendig und zum anderen sehr komplex ist (Bakker, 2018). Herrington, McKenney, Reeves und Oliver (2007) kommen bezüglich der Designforschung im Bildungsbereich zu der Erkenntnis, dass dies am besten in einem größeren Team zu bewerkstelligen ist, das längerfristige Designprojekte realisiert. Für einen pragmatischeren Designprozess skizzieren etwa Forschungsarbeiten im Co-Design wie die von Penuel und Roschelle (2006) oder die von Juuti et al. (2018), wie in vielfältigen Teams erfolgreich und gezielter an einzelnen Aspekten zum Unterrichtsmaterial gearbeitet werden kann, ohne wie in dieser Forschungsarbeit ein sehr offenes und induktives Verfahren durchzuführen. In der vorliegenden Arbeit wurde sich dennoch für dieses Vorgehen entschieden. Die evidenzbasierte Auswahl der Sprachimpulse stellt durch die vermittelnde Position sowie das Vorhandensein dieser übergeordneten Position ein theoriegeleitetes und systematisches Vorgehen sicher, das auf Basis der ersten Studie und den literaturgestützten Desiderata weitergeführt werden kann. Für zukünftige Untersuchungen könnten jedoch auch Impulse aus dem Co-Design wie die TRPs noch stärker im eigenen Forschungsansatz Berücksichtigung finden.

Der Aspekt der Designgerechtigkeit

Ein weiterer Aspekt in der Vermittlung zwischen Forschenden, Lehrenden und Lernenden betrifft die Frage, wie die Berücksichtigung aller Perspektiven im Designprozess im Sinne von Designgerechtigkeit³⁸ gelingen kann. Dies meint das Hinterfragen, inwieweit alle Perspektiven ausreichend „gehört“

³⁸ Mit Designgerechtigkeit wird in dieser Arbeit auch ein Analyserahmen verstanden, wie Designprozesse Vorteile oder Nachteile z.B. bezogen auf Aspekte wie Herkunft, Ethnie, Erfahrung oder Geschlecht bei bestimmten

und dessen Aspekte in Bildungsprodukte umgesetzt wurden. Um auf Ebene der Vermittlung einen Standpunkt einzunehmen und diesen mit anderen Vermittlungsansätzen (etwa dem der TRPs und dem *Modell der didaktischen Rekonstruktion*) zu vergleichen, werden zunächst die Standpunkte der jeweiligen Stakeholder zusammengefasst und der Vermittlungsarbeit erläutert.

Standpunkt der Forschenden: Ihre Aufgabe als Expert*innen auf ihrem Fachgebiet bestand darin, die wichtigsten Inhalte ihrer Forschung für Schüler*innen als Zielgruppe zu kommunizieren. Forschende verfolgten daher das Ziel, dass möglichst viele Aspekte ihrer Arbeit verstanden werden, wie es auch die Kommunikationsziele der ersten Studie sowie die Aussagen der Wissenschaftler*innen in der zweiten und dritten Studie bestätigen. Die vermittelnde Rolle hatte daher die Aufgabe, genügend Informationen zur Ausgangslage der Zielgruppe und zum Kontext bereitzustellen, damit Forschende spezifisch ihre Inhalte kommunizieren konnten.

Standpunkt der Lehrkräfte: Diese verfügen über eine didaktische Expertise, die sich vor allem bei Aspekten der Wahrnehmung und Umsetzung des Darwintags und den Unterrichtsmaterialien bemerkbar machte (siehe Kapitel 4.2 & 4.7). Ihre Aufgabe während des Designprozesses bestand darin, Einschätzungen zur erfolgreichen Verknüpfung zwischen dem Darwintag und den Schüler*innen herzustellen. Die Lehrkräfte hatten somit ein Interesse daran für ihre Zielgruppe passende Unterrichtsmaterialien zu erhalten, die sie möglichst direkt im Unterricht einsetzen können. Aus Sicht der Vermittlungsrolle war es daher wichtig, Herausforderungen und Chancen zur Vermittlung von neuen Forschungsinhalten herauszuarbeiten und mögliche Lösungsansätze dafür zu liefern (siehe Kapitel 4.3 und 4.8).

Standpunkt der Schüler*innen: Diese verfügen über eine Expertise hinsichtlich ihrer eigenen Lernvoraussetzungen. Schüler*innen verfolgen das Ziel, dass ihre Interessen, Wünsche oder auch ihr Wissensstand im Designprozess gehört wird, sodass die Materialien für sie zugänglicher und interessanter werden (siehe Kapitel 4.2 & 4.7). Aus Vermittlungssicht ist dies interessant, da angestrebt wird, Lernprozesse über aktuelle Forschung anzuregen. Dies gelingt effizienter, wenn die Inhalte den Schüler*inneninteressen entsprechen und anregend gestaltet sind.

Diese Standpunkte wurden durch die Vermittlungsrolle getrennt voneinander herausgearbeitet und iterativ im Designprozess berücksichtigt. Die Erkenntnisse daraus sind nachfolgend aus allen Perspektiven in das begleitende Unterrichtsmaterial und weitere Bildungsprodukte eingegangen. Somit konnte durch die vermittelnde Rolle im Sinne eines Gerechtigkeitsaspektes sichergestellt werden, dass alle Stakeholder-Perspektiven für sich analysiert und ihre Inhalte eingebracht werden konnten. Auch in anderen Vermittlungsansätzen wie dem *Modell der didaktischen Rekonstruktion* wird über den Aspekt der Gleichberechtigung diskutiert. Bezogen auf diesen Aspekt deutet Reinfried (2021) auf die Grenzen der *Didaktischen Rekonstruktion* hin, indem das Modell ihrer Meinung nach besonders bei gut überschaubaren fachwissenschaftlichen Inhalten und Konzepten geeignet ist, aber weniger bei vielfältigen Forschungsvorhaben mit dem Abwägen der Wichtigkeit von Inhalten und diversen Perspektiven der Lernenden auf diese Inhalte. Die Autorin schlägt daher eine stärkere Integration interdisziplinärer Zugänge und Reflexionsrunden zwischen Schule und Forschung als wichtigen Baustein dafür vor. An dieser Stelle könnte der vorgestellte Forschungsansatz eine Alternative darstellen, um Unterstützungsmaterial mithilfe des aktiven Einbezugs von Kommunikator*innen und der Zielgruppe in einem iterativen Verfahren zu gestalten. Auch in anderen Vermittlungsansätzen wie dem TRPs von Juuti et al. (2021) wird angestrebt, durch das Co-Design ein tiefgreifendes Verständnis für neue Forschungsinhalte und

Gruppen fördert (Vgl. Constanza-Chock, 2020). Damit soll erreicht werden, dass die die beteiligten Perspektiven gleichermaßen gehört werden und bei möglichen Ungleichheiten diese transparent und offen diskutiert werden.

ihre Implementierung in der Schule zu erreichen. Dabei arbeiten Lehrkräfte und Forschende über mehrere Jahre intensiv an der gemeinsamen Erarbeitung von Unterrichtseinheiten, die Lehrkräfte eigenständig durchführen und darüber reflektieren. An dieser Stelle zeigt sich, dass Schüler*innen nur indirekt über das Feedback von Lehrkräften an der Materialgestaltung beteiligt sind und die Lehrkräfte (etwa bezogen auf die Themenwahl) ihre eigenen Unterrichtseinheiten gestalten. An dieser Stelle nimmt die Lehrkraft eine zentrale Rolle ein, indem sie sehr viel Entscheidungsgewalt auf Seiten der Lehrkräfte sieht, weniger bei Forschenden und nur indirektes Mitspracherecht von Schüler*innen. Als Ursache dieses Umstands kann angenommen werden, dass Lehrkräfte ansonsten nicht freiwillig teilnehmen würden, wenn die Zusammenarbeit für sie nicht so spezifisch auf den Unterricht abgestimmt wäre. Verglichen mit dem eigenen Designansatz können TRPs eine längerfristige Perspektive bieten, die ausreichend Zeit und Reflektionsmöglichkeiten bei der Erstellung und Durchführung der Unterrichtseinheiten bedeuten kann. Bezüglich der Einbeziehung von Lehrkräften, Lernenden und Forschenden lässt sich nach den Schilderungen von z.B. Juuti et al. (2021) ein starkes Ungleichgewicht beim Designprozess vermuten, dass im Artikel nicht weiter thematisiert wurde.

Die Diskussion um die Gleichberechtigung von beteiligten Perspektiven am Designprozess zeigt aus der übergeordneten Vermittlerperspektive, dass einzelne Punkte noch stärker fokussiert werden können, andere Aspekte dafür weniger Aufmerksamkeit erfahren und Ungleichheiten immer bestehen bleiben. Auf diesen Umstand könnte durch explizites Thematisieren von Unterschieden und möglichen Kompensationsmethoden reagiert werden. Hierfür könnte die Berücksichtigung der *Standpunkt-Theorie*³⁹ noch stärker erfolgen:

Ebene der Wissenschaftler*innen: Die Befragungen von Wissenschaftler*innen in den Studien 2 und ergaben, dass die Zielgruppen von Vortragenden noch zu wenig gekannt und eingeschätzt werden kann. Diese Kompetenz wird jedoch nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) als Schlüsselkonzept für eine effektive Wissenschaftskommunikation angesehen. Hierauf bezogen könnte in den Gestaltungshinweisen ein erweiterter Hinweis mit Fallbeispielen und Bezügen zum Curriculum sowie zur Zielgruppe helfen, die Wissenschaftler*innen weiter dafür zu sensibilisieren und zu helfen ihre Vorträge noch zielgruppenspezifischer im Sinne von affektiven und kognitiven Impulsen auf eine heterogene Zielgruppe auszurichten. Ein weiterer Vorschlag wäre den Designprozess nicht getrennt voneinander stattfinden zu lassen, sondern Wissenschaftler*innen, Lehrer*innen und Schüler*innen in einer gemeinsamen Diskussion zusammenzuführen.

Ebene der Zielgruppe: An dieser Stelle könnte das Unterrichtsmaterial durch eine größere Stichprobe von Lehrkräften evaluiert werden, da der Darwintag als Zielgruppe vor allem Oberstufenschüler*innen jeglicher Schulformen adressiert. Ebenfalls sollten im Sinne der *Standpunkt-Theorie* Schüler*innen ihr Feedback zum Darwintag und dem Material durch die Formate der Begleitforschung oder dem Feedback durch niedrigschwellige Konzepte wie einem QR-Code auf den Materialien noch umfassender einbringen können. Hinsichtlich der Lehrerhandreichung könnte eine stärkere Differenzierung des Materials angestrebt werden, etwa durch Hinweise für leistungsschwächere Schüler*innen, da das derzeitige Material nach Aussagen der Lehrkräfte vor allem auch leistungsstarke Schüler*innen anspricht (siehe Kapitel 4.6 & 4.11).

³⁹ Die *Standpunkt-Theorie* meint daher die Voraussetzung der Annäherung aus einer neutralen Position nur passieren kann, wenn es gelingt, eine aus verschiedenen Perspektiven heraus formulierte Kritik in die Wissensfindung mit einzubeziehen. Dieses meint, dass die Erkenntnisgewinnung stark von der Position einer Person innerhalb eines gesellschaftlichen Gefüges und deren Machtverhältnisse abhängt: Der Standpunkt einer Person wird durch seine Erfahrungen geprägt, die mit der sozialen Situiertheit (z.B. Geschlecht, Wohlstand, Herkunft, Ethnie) in Verbindung steht (Singer, 2010).

Ebene der Organisator*innen: Auf dieser Ebene könnte beim Gestalten der Unterrichtsmaterialien nicht nur eine einmalige, sondern mehrmalige Befragung der drei stattfinden. Aus Sicht der Vermittler*innen könnte überlegt werden, das Co-Design als Designansatz stärker zu berücksichtigen, indem nicht die Vermittlungsperspektive alles zusammenführt, sondern die Akteure selbst stärker bei der Materialerstellung partizipieren und Vermittler*innen verstärkt als Lernbegleiter*innen fungieren (z.B. Aksela, 2019). Um affektive Ziele wie die Begeisterung für Wissenschaft bei der Zielgruppe zu erreichen, könnten die Bedürfnisse der Zielgruppe hinsichtlich der Themenwahl noch stärker im Entstehungsprozess berücksichtigt werden.

Bezogen auf die Organisator*innen des Darwintages könnte weiterhin stark auf die Zusammensetzung der Vortragenden geachtet werden, indem vielfältige Vorbilder aus der Wissenschaft in Bezug auf Geschlecht, Ethnie, Wohlstand oder Herkunft gezeigt werden. Hierbei zeigt sich jedoch schon eine starke Veränderung in der Zusammensetzung der Vortragenden in den letzten Jahren des Darwintages.

6.2 Die Funktionen der Vermittlung als "Übersetzend", "Verknüpfend", "Informierend" und "Transformierend"

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Funktionen in der Vermittlung zwischen den Akteuren von *Science Outreach* Programmen wie dem Darwintag dargestellt und anhand der Ergebnisse diskutiert.

"Übersetzende" Funktion

Eine Funktion in der Vermittlungsposition zeigte sich als "übersetzend" bei der Kategorisierung der Schüler*innen und Lehrer*innenantworten in dem iterativen Designprozess von Unterrichtsmaterialien. Bei der induktiven Datenauswertung zeigten sich unterschiedliche prototypische Positionen auf Seiten der Schüler*innen und Lehrer*innen zu einem gemeinsamen inhaltlichen Konzept oder Inhalt, die in dieser Arbeit in Form von „Deutungsräumen“ herausgearbeitet wurden. Bezogen auf die Forschungsliteratur in der Gestaltung von Lernumgebungen zeigen sich diese übergeordneten Denkmuster auch im *Modell der didaktischen Rekonstruktion* mit dem Herausarbeiten von *Denkfiguren* (Gropengießer, 2003a). Nach Gropengießer (2003a) gibt es „Konzepte“, die eine Vorstellung beinhalten und durch Zusammenhängen von Begrifflichkeiten miteinander verknüpft sind. Kommen mehrere sich gleichende Konzepte zusammen, so formt sich daraus eine übergeordnete Denkfigur. Denkfiguren genauso wie Deutungsräume können daher auf übergeordneter Ebene den didaktischen Vermittlungsbedarf sichtbar machen und auch konkrete Anknüpfungspunkte für Forschung darstellen. Diese Deutungsräume waren aus fachdidaktischer Perspektive beim Designprozess von großer Bedeutung, denn sie eröffnen einen Vermittlungsbedarf zwischen Lehrer*innen- und Schüler*innenseite, der teilweise direkt aber häufig auch indirekt geäußert wurde bei Unstimmigkeiten wie z.B. das Verständnis unter dem Konzept „selbstständiges Arbeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht“, dass von Schüler*innen eine vorgegebenes Experiment selbstständig in einer Stunde ausgeführt und zum Ende die "richtige" Lösung diskutiert wird. Von Lehrkräften dagegen wurde dieses Konzept viel offener interpretiert ohne z.B. den Rahmen vorzugeben oder eine "richtige" Lösung (Kapitel 4.8.2). Ein weiteres Beispiel zeigte das Interesse der Wissenschaftler*innen und der Schüler*innen offene Forschungsfragen der Zielgruppe zu diskutieren. Lehrkräfte äußerten diesbezüglich vielmehr mögliche Überforderungen auf Seiten der Schüler*innen und eigene Bedenken dies im Unterricht anzusprechen sowie möglicherweise ihre Autorität zu verlieren durch keine "richtigen" Antworten auf diese offenen Forschungsfragen (Kapitel 4.8.4). Es zeigten sich jedoch auch Gemeinsamkeiten: Bei Lehrkräften und bei Schüler*innen zeigten sich auf beiden Seiten Unsicherheiten zum Konzept der interdisziplinären Arbeitsweise in der Forschung (Kapitel 4.8.1) oder die negative Wahrnehmung von Mikroorganismen (Kapitel 4.3.2).

Diese Erkenntnisse aus den Deutungsräumen waren die Basis zur Erstellung der Unterrichtsmaterialien (Kapitel 4.6 & 4.11) durch z.B. Definitionen von Konzepten oder Inhalten (siehe Glossar bei den Unterrichtsmaterialien), in die Aufgabenerstellung um spezielle Kompetenzen weiter zu erwerben (siehe Aufgaben zum interdisziplinären Arbeiten), in die Darstellungsweise von Forschungsthemen (siehe Unterrichtsseite zu aktuellen Forschungsfragen) oder in die begleitende Lehrerhandreichung durch das Einführen fachdidaktischer Konzepte (wie der FRA-Ansatz oder die unterschiedlichen Hinweisen in der Vermittlung um Mikroorganismen).

“Verknüpfende“ Funktion

Eine weitere Funktion zeigte sich als “verknüpfend“ zwischen den unterschiedlichen Akteuren. Ein übergeordnetes Ziel am Darwintag ist die Vermittlung von moderner und authentischer Forschung (siehe u.a. Kapitel 5.2.4). Um dieses Ziel zu erreichen wurde eine strukturelle Einbindung von modernen *Nature of Science*-Modellen wie dem *Family Resemblance Approach* nach Erduran und Dagher (2014) durch explizites oder implizites Integrieren des Modellansatzes in Bildungsprodukte initiiert. In diesem werden (im Gegensatz zu traditionelleren NOS-Ansätzen wie Lederman, 2006) neben kognitiv-epistemischen Aspekten vor allem auch sozial-institutionelle Aspekte von Forschung in einem übergeordneten Vermittlungsansatz gebracht, der helfen soll ein vielfältiges Wissenschaftsverständnis von (interdisziplinärer) Forschung zu erlangen. Dieses ist von Bedeutung, wenn man sich neben den Erkenntnissen der Studie 2 dieser Arbeit (Kapitel 4) auch Forschungsarbeiten etwa von Stamer (2019) oder die Schülervorstellungsforschung zu NOS-Aspekten anschaut (z.B. Höttecke, 2004). In diesen ist auffällig, dass vor allem kreative, soziale und unternehmerische Aspekte als typische Merkmale im Berufsbild des Naturwissenschaftlers unterrepräsentiert oder fehlend sind, im Gegensatz zu den häufig genannten investigativen und Labortätigkeiten des Wissenschaftlers*in. Als möglichen Grund nennt Stamer (2019) die vorwiegend stereotypischen Repräsentationen von Naturwissenschaftler*innen und deren Arbeit in Medien wie Comics und Spielfilmen. Bei spezifischeren Nachfragen der Schüler*innen gaben die Schüler*innen zwar vor zu wissen, dass die Stereotypen nicht der Realität entsprechen, aber sie konnten jedoch auch nicht genau sagen, wie ein authentisches Bild von Naturwissenschaften aussieht (Höttecke, 2004). Stamer (2019) konnte zudem durch die Forschungsarbeit zeigen, dass Schüler*innen durch Videos mit Wissenschaftler*innen und Einblicken in den Arbeitsalltag die Wahrnehmung von Authentizität und das Wissenschaftsverständnis gefördert werden konnten. Auch in dieser Forschungsarbeit wurde z.B. explizit das Einspielen eines authentischen Videos zu Vorteilen von *C. elegans* und den Einblicken in den Berufsalltag als sehr positiv hervorgehoben (siehe Kapitel 5.2.2). Und auch im Rahmen der *didaktischen Rekonstruktion* wird die authentische Wahrnehmung von Wissenschaft diskutiert. So schlägt etwa Reinfried (2021) vor, bei der *Fachlichen Klärung* auch auf wissenschaftliche Kontroversen und die Erfahrungen der Wissenschaftler*innen stärker einzugehen und diese expliziter in der Gestaltung von Lernangeboten zu berücksichtigen, durch die Darstellungsweise der wissenschaftlichen Erkenntnisse oder in Form einer Diskussion darüber. Dadurch könnten ihrer Meinung nach nicht nur vordergründig methodische Facetten von Wissenschaft vermittelt werden, sondern auch vielfältige Facetten des Forschungsprozesses. Das systematische Einbinden von NOS-Modellen zeigte sich beispielsweise durch den iterativen Designprozess mit allen beteiligten Perspektiven zu einem neuen und interdisziplinären Forschungsgegenstand, der noch wenig Einzug in Schule erhalten hat (siehe Studie 2), an der Erstellung von Gestaltungshinweisen, indem vielfältige Einblicke in Forschung, durch das Anwenden von Kommunikationstaktiken wie Videos, Bilder oder Anekdoten, welche nach Angaben der Vortragenden auch dadurch Einzug in die Vorträge gefunden haben (siehe Kapitel 5.2.1), an der begleitenden Unterrichtseinheit selber, durch etwa personalisierte Zugänge zu aktiv Forschenden oder Einblicken in aktuelle Forschungsfragen sowie Strukturen von Forschung (siehe

Kapitel 4.3 & 4.8) oder den Formatänderungen durch das Fragentool, die Diskussionsrunde und weiteren Möglichkeit der persönlichen Begegnung zwischen Forschenden und Schüler*innen am Darwintag (siehe Ausführungen im nachführenden Diskussionsteil). Hinsichtlich dieser Anpassungen sprechen Teile des Organisationsteams auch davon, dass die Ziele besser erreicht werden konnten (siehe Kapitel 5.2.4). Mit der weiteren systematischen Einbindung von modernen NOS-Modellen wie dem FRA-Ansatz kann der Darwintag zudem einen Beitrag zur *scientific literacy* bei Schüler*innen leisten, im Sinne eines vielfältigen Wissenschaftsverständnis über NOS-Aspekte, als auch die Bedeutung von Wissenschaft (siehe Definition der OECD (2019) auf Seite 21). Dieser Aspekt wurde jedoch nicht weiter untersucht und zeigt an dieser Stelle nur das Potential und einen Ansatzpunkt für weitere Forschung auf.

“Informierende“ Funktion

Eine dritte Funktion wurde als “informierend“ analysiert. Diese Funktion wurde beispielsweise im iterativen Designprozess deutlich, indem Fachforschende der Metaorganismus-Forschung ($N=10$) innerhalb eines Workshops für die inhaltlichen Impulse zum Material befragt wurden und Zitate von Lehrkräften und Lernenden zu Fehlvorstellungen im Bereich der Mikroorganismen und NOS-Aspekten Stellung beziehen sollten, aus denen Zitate anschließend Lehrkräften ($N=8$) in Fokusgruppen hinsichtlich didaktischer Einschätzungen vorgelegt wurden und zum Schluss die gleichen Zitate Schüler*innen ($N=29$) in Fokusgruppen vorlagen, zur Beurteilung ihrer Bedürfnisse wie Interessen oder dem Vorwissen. Diese Erkenntnisse wurden durch die fachdidaktische Vermittlungsrolle ausgewertet und durch Designrichtlinien in Unterrichtsmaterial umgesetzt. Dieses Vorgehen zum wechselseitigen Reflektieren der jeweiligen Aussagen anderer Akteure lässt sich auch in Forschungsarbeiten zur Verwendung von *Concept Cartoons* beobachten. Dazu gehört auch Kapitza (2020), bei der der Forschungsfokus auf die Förderung von epistemischen Überzeugungen bei Schüler*innen gelegt wurde. Obwohl Kapitza (2020) keine signifikanten Unterschiede bei der Verwendung von *Concept Cartoons* zur Förderung epistemischer Überzeugungen feststellen konnte, empfiehlt diese das Verwenden dieser explorativen Methode zur Förderung von Reflexionsprozessen und den detaillierten Einblicken in die Vorstellungen der Teilnehmenden im Vergleich zum variablenzentrierten Einsatz bei Fragebögen. In dieser Forschungsarbeit konnten ebenfalls durch die wechselseitigen Einblicke in die Vorstellungen der beteiligten Perspektiven detaillierte Ergebnisse zu den Bedürfnissen, den Wissensständen oder auch weiterer Vermittlungsbedarf erhoben werden. Diese informierende Funktion im Sinne des wechselseitigen Aufzeigens von Vorstellungen und Perspektiven wurde dann konkret in den Gestaltungshinweisen an die Wissenschaftler*innen umgesetzt, bei denen zielgruppenspezifische Einschätzungen zur Wahrnehmung von Mikroorganismen von den Wissenschaftler*innen als „hilfreich“ oder „gut“ wahrgenommen wurde (Kapitel 5.2.1). Auch in der Lehrerhandreichung wurden die Ergebnisse übernommen, bei denen z.B. fachliche Hinweise im Umgang mit Mikroorganismen von den Lehrkräften als hilfreich zum Reflektieren bezeichnet wurden (Kapitel 5.2.2). Zum Abschluss sind noch die Organisator*innen zu nennen, die die informierende Funktion in Form von Evaluationen und stetigen Weiterentwicklungen zum Darwintag begleitet haben und dies als bereichernd und wertvoll wahrnahmen (Kapitel 5.2.4).

“Transformierende“ Funktion

Eine weitere vermittelnde Funktion des Darwintages bestand aus der “Transformation“, indem das Format mit den übergeordneten Zielen der Vermittlung von authentischer Forschung besser angepasst wurde. Hierfür fand eine Weiterentwicklung des Darwintages von einem einseitigen Kommunikationsformat in ein vielmehr dialogisch geprägtes Vortragsformat statt, was beispielsweise durch die Einführung eines Fragentools seit 2020 während der Vorträge erfolgte, bei dem eine Auswahl interessanter Fragen direkt nach dem Vortrag durch die Forschenden beantwortet werden. Eine weitere Anpassung betraf etwa die Einführung einer Diskussionsrunde statt eines fünften Vortrags am Darwintag 2022.

Diese Entwicklung kann in ein modernes und angestrebtes Verständnis von Wissenschaftskommunikation aktueller Forschung eingeordnet werden, in der eine wechselseitige Interaktion zum Informationsaustausch und Perspektivenwechsel ermöglicht werden soll. Dies zeigen auch jüngere Entwicklungen theoretischer Kommunikationsmodelle, die sich vom defizitär geprägten „public understanding of science“ zum dialogischen Verständnis von „public engagement of science“ wandelten (Metcalf, 2019; Bultitude, 2011). Die generelle Entwicklung des Darwintages zu vermehrten Zugängen zu authentischer Forschung lässt sich auch an anderen außerschulischen Lernorten beobachten, etwa Museen und Science Centern. Während diese lange Zeit als etablierte und kanonisierte Orte von Wissenschaftskommunikation mit vielen historischen Entwicklungen zur Wissenschaft angelegt waren, werden mittlerweile auch kontroverse Themen, die historische Entwicklung von wissenschaftlichen Fragestellungen oder fragile Elemente von wissenschaftlichen Erkenntnissen präsentiert, z.B. durch aktuelle Kontroversen, die gesellschaftlich bedeutsam sind und Auswirkungen von naturwissenschaftlich-technischen Erkenntnissen zeigen (Pedretti, 2007; Delicado, 2009). Die dahinterstehenden Ziele sind nach Delicado (2009) für eine Sensibilisierung von Themen zu sorgen sowie die Unterstützung reflektierter Meinungsbildung. Dieser Aspekt zeigte sich in Ansätzen am Darwintag, etwa bei den Vorträgen selbst oder der Diskussionsrunde am Darwintag 2022. Zudem wurden diese authentischen Aspekte von Forschung von Seiten der Zielgruppe als sehr interessant wahrgenommen und auch von Lehrkräften in der dritten Studie mehrfach als Wunsch zum Darwintag geäußert (siehe 5.2.3), was sich ebenfalls an den Erwartungen der 1. Studie ablesen lässt (siehe Kapitel 3.2.1-3.2.2).

Neben den Analysen wurde die Weiterentwicklung des Darwintages auch zentral von den aktuellen Forschungsdiskursen in den Kommunikationsmodellen beeinflusst: Forschende wie Metcalfe (2022) oder Brossard und Lewenstein (2010) betonen daher, dass die Rolle der *Practitioners* lange Zeit nicht ausreichend in die Wissenschaftskommunikation und ihre Kommunikationsmodelle mit einbezogen wurde, die z.B. die Beziehungsebene der Teilnehmenden fokussieren oder Strategien der Interaktion ausarbeiten (Metcalf, 2022; Brossard & Lewenstein, 2010), wie es in der vorliegenden Arbeit durch eine fachdidaktisch Forschungsperspektive systematisch umgesetzt wurde. Eine Studie zum Umgang mit Modellen der Wissenschaftskommunikation ermittelte, dass *Practitioners* einen pragmatischen Umgang mit den Modellen pflegen, indem diese nach dem Kontext, den Teilnehmenden und dem Format angepasst wurden und häufig eine Ko-Existenz von Modellen mit Überschneidungen vorlag (z. B. Brossard & Lewenstein, 2010; Trench, 2008), aber dies im aktuellen Forschungsdiskurs nicht immer so kommuniziert wird und eher eine dominierende Haltung gegenüber einer Kommunikationsart eingenommen wird (Metcalf, 2022). Ihrer Meinung nach ist ein *Science Outreach* Programm selten nur einem Modell mit defizitären, dialogischen oder partizipativen Kommunikationsformen zuzuordnen. Als typisches Beispiel nennt sie Forschungsvorträge vor Teilgruppen der Gesellschaft als defizitären Kommunikationsansatz, die Möglichkeit am Ende des Vortrages Fragen zu stellen können als dialogisches Element der Zusammenkunft. Diese historisch etablierte Kommunikationsform kann als Beispiel genauso auf den Darwintag übertragen werden, indem Fachforschende Vorträge halten und die Schüler*innen als Teilgruppe der Gesellschaft durch ein digitales Tool Fragen stellen können. Wie auch Metcalfe (2022) feststellt, wird diese Form der Wissensvermittlung nicht durch Zufall charakterisiert, sondern ist häufig (auch im Falle des Darwintages) intendiert, um angestrebte Ziele zu erreichen. Außerdem wurde am Darwintag eine schrittweise Veränderung bezüglich des kommunikativen Konzepts initiiert, indem mithilfe dialogischer Elemente Aspekte authentischer Forschung zielgruppenspezifischer und effizienter vermittelt wurden, ohne den Vorlesungscharakter und das Kennenlernen der Universität als weiteres Ziel zu vernachlässigen. Anstatt den defizitären Vermittlungsansatz stark zu verurteilen, wie es Forschende wie Nisbet & Mooney (2007) taten, wird der Ansatz am Darwintag vielmehr als

Vermittlungsstil zur Informationsgabe von gesellschaftlich relevanten Themen genutzt und durch dialogische Elemente ergänzt. Dies zeigte sich ebenfalls in den Reflektionsinterviews der dritten Studie, indem die dialogischen Elemente von allen Beteiligten als sehr positiv wahrgenommen und z.B. als „coole Idee“ bezeichnet wurden (W1, Z.12). Einige Wissenschaftler*innen äußerten jedoch besondere Aufregung durch die Unberechenbarkeit der Schülerfragen und das Aufnehmen dieser über YouTube (Vgl. Kapitel 5.2.1). Auch Lehrkräfte nahmen die dialogischen Elemente des Darwintages teilweise als „großartig“ (L3, Z. 297) war. Sie berichteten, dass Schüler*innen sehr motiviert waren, als sie merkten, dass ihre Fragen auch wirklich gestellt und durch die Vortragenden beantwortet wurden. Eine weitere Lehrkraft merkte zudem an, dass sie die Weiterentwicklungen des Darwintages sehr wertschätzt und dass dies auch bemerkbar sei (L3, Z. 147-149). Die Organisator*innen führen diesen Aspekt mit auf, indem dies mit dazu geführt hat, dass der Darwintag eine intensivere Interaktion zwischen den Forschenden und der Zielgruppe ermöglichte (Kapitel 5.2.4). Beides wurde als Indiz des Erreichens der Ziele des Darwintags angesehen.

Zusammenfassend lassen sich die einzelnen Funktionen der Vermittlung in der praktischen Umsetzung am Darwintag wie folgend in einer Abbildung darstellen (siehe Abbildung 68).

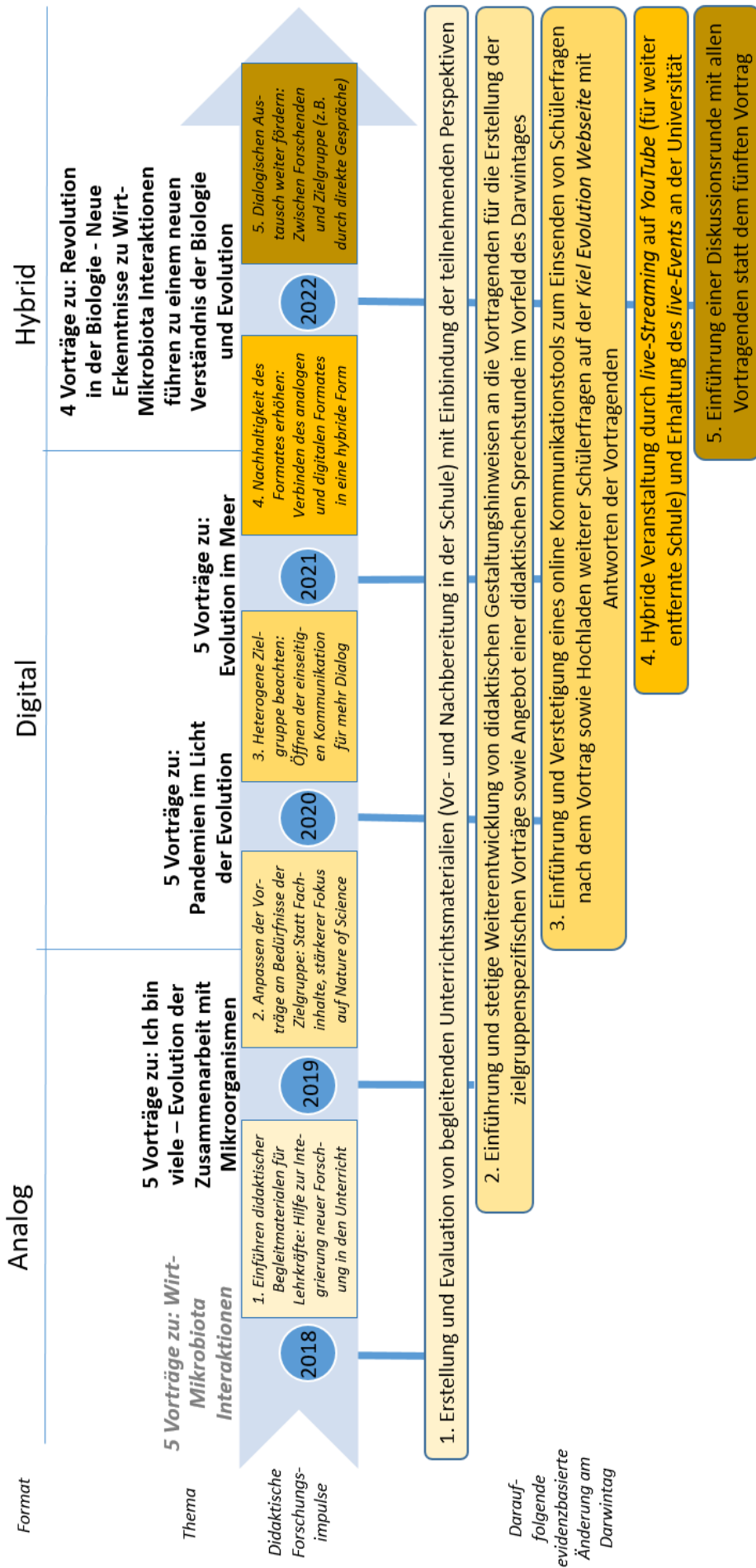


Abbildung 60. Die Visualisierung der Vermittlungsrolle evidenzbasierter und stakeholderorientierter Wissenschaftskommunikation

6.3 Die Weiterentwicklung des Formates zum Darwintag anhand von Kernkompetenzen effektiver Wissenschaftskommunikation

Hinsichtlich der übergeordneten Forschungsfragen wurde sich im Vorfeld der Arbeit die Frage gestellt, inwieweit die Umsetzung der Funktionen der Vermittlungsrolle zu einer Weiterentwicklung des Darwintages als *Science Outreach* Programm, im Sinne von Kernkompetenzen effektiver Wissenschaftskommunikation geführt hat. Um diese Frage zu beantworten, wurde auf die zwölf Kernkompetenzen für eine effektive Wissenschaftskommunikation nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017, S. 198 siehe nachfolgende Auflistung) zurückgegriffen:

1) ***Identify and understand a suitable target audience***

Die Zielgruppe am Darwintag ist sehr spezifisch, indem es sich vornehmlich an Oberstufenschüler*innen in Schleswig-Holstein richtet (ca. 15-20 Jahre alt). Die Gründe dafür liegen laut den Lehrkräften auch in dem kognitiven Anspruch zu den Vortragsthemen am Darwintag mit Bezug zu den Fachanforderungen vor allem in der E-Phase und im Abschlussjahrgang, der Fähigkeit Vorlesungen als Lernformat psychisch und physisch angemessen wahrzunehmen und die Berufsorientierung in der Oberstufe hin zu einem Studium z.B. in den Naturwissenschaften (siehe Kapitel 3.2.2). Obwohl die Zielgruppe als Oberstufenschüler*innen klarer einzugrenzen ist als andere Zielgruppen von *Science Outreach* Veranstaltungen (z.B. die allgemeine Öffentlichkeit bei den *Royal Institution Christmas Lectures*; siehe Sardo, Little und Fogg-Rogers (2021)), handelt es sich jedoch um eine heterogene Gruppe, wie es auch Fischhoff (2013) betont. Wissenschaftler*innen zeigten in den Interviews auf, dass sie die Zielgruppe teilweise als eine homogene Zielgruppe wahrnahmen, wie es auch Besley und Nisbet (2011) in ihrer Studie ausführten und dass die Vortragenden Wissenschaftler*innen die Zielgruppe trotz der Hinweise auf den Gestaltungshinweisen ungenügend in Hinblick auf ihre Interessen und ihr Vorwissen einschätzen konnten. Für zukünftige Veranstaltungen des Darwintages könnten daher Hinweise zur weiteren Einordnung der Zielgruppe z.B. mit detaillierteren Bezügen zu den Fachanforderungen und dem Umgang mit der Heterogenität der Zielgruppe ein hilfreiches Werkzeug für die zielgruppenspezifische Vorbereitung zum Vortrag sein sowie das Angebot einer stetigen Weiterbildung im Bereich Wissenschaftskommunikation durch etwa Kommunikationstrainings im SFB 1182.

2) ***Consider the levels of prior knowledge in the target audience***

Zum zweiten Kriterium erwiesen sich Oberstufenschüler*innen als eingrenzbar Zielgruppe einerseits mit einem strukturellen Bezugspunkt zu den Fachanforderungen der Sekundarstufe II z.B. in Schleswig-Holstein (Fachanforderungen im Fach Biologie S-H, 2016) und andererseits durch die Begleitforschung im Sinne einer mehrmals stattfindenden Evaluation mit der Zielgruppe zum Darwintag. Da die Vortragsthemen der Metaorganismus-Forschung und allgemein moderner Forschung durch eine Analyse der Fachanforderungen als wenig bis zum Teil unzureichend in den Fachanforderungen festgestellt wurden (siehe Kapitel 3.2.2.4), wurde das Vorgehen von gemeinsam designten Unterrichtsmaterialien gewählt, um moderne und interdisziplinäre Forschungsinhalte an bestehende Konzepte und Inhalte der Fachanforderungen in Kombination mit dem Darwintag als Unterrichtseinheit einzufügen. Die Unterrichtsmaterialien gehen dabei insbesondere auf Schülervorstellungen und deren Fehlvorstellungen (zu NOS siehe Kapitel 2.1.2.2, zu Metaorganismen siehe Kapitel 2.1.2.1) ein und führen z.B. Forschungskonzepte, Vortragende Wissenschaftler*innen und Fachwörter ein, um eine u.a. kognitive Entlastung und dem Vermeiden des *Novelty Space* nach Orion und Hofstein (1994) im Vorfeld und während des Darwintages zu gewährleisten (Storksdieck, 2006). Zudem wurden die Gestaltungshinweise an die Vortragenden des Darwintages mit den begleitenden Unterrichtsmaterialien abgestimmt und enthalten die Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Begleitforschung zum Darwintag. Hinsichtlich der Fähigkeit

einer Identifikation (1. Kernkompetenz) und dem Verständnis des Zielpublikums 2. Kernkompetenz) berichten Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) in ihrer Arbeit mit *Practitioners* über diese beiden Kernkompetenzen als die wichtigste Fähigkeit im Umgang mit Veranstaltungen der Wissenschaftskommunikation. Die Fähigkeit ein Publikum zu identifizieren und mit ihren Bedürfnissen zu verstehen wird dabei als Schlüssel für den wissenschaftlichen Kommunikationsprozess und als Schwellenkonzept in der Wissenschaftskommunikation angesehen (Pope-Ruark, 2011).

3) *Promote audience engagement with the science*

Bezogen auf die dritte Kompetenz war „Begeisterung für Wissenschaft wecken“ eines der genannten Hauptziele von den kommunizierenden Wissenschaftler*innen am Darwintag in der Studie 1 (siehe Kapitel 3.2.1). Um dieses zu erreichen, zeigten sich zum einen in den Vorträgen vielfältige Zugänge zum Forschungsthema durch Kommunikationstaktiken nach Dudo, Besley und Yuan (2018) wie Videos, Metaphern, Vergleiche, Bilder oder Diagramme (siehe Kernkompetenz 7 und 9 für detailliertere Informationen). Zusätzlich zeigt sich, dass die Kommunikationstaktik des *Storytellings* (siehe Kompetenz 7) einen großen Einfluss darauf haben kann Begeisterung und Interesse von Wissenschaft zu übermitteln (Dudo et al., 2021). Zum anderen wurde diese Kompetenz durch die Einbeziehung des Publikums am Darwintag versucht umzusetzen, etwa durch interaktive Formate wie das Fragentool „SLIDO“, der Diskussionsrunde am Ende der Veranstaltung oder auch dem Darwintag-BINGO in den Unterrichtsmaterialien (siehe Kapitel 4.6 & 4.11 sowie Anhang A).

4) *Encourage a two-way dialogue with the audience*

Hinsichtlich des Erreichens dieser Kernkompetenz wurden 2020 zusätzlich zur Informationsvermittlung dialogische Elemente in Form eines digitalen Fragentools von Schüler*innenfragen an die Wissenschaftler*innen eingerichtet (siehe dazu auch Diskussionsteil 6.1). Wissenschaftler*innen beantworteten ca. fünf Minuten nach dem Vortrag interessante Fragen zu ihren Themen (siehe...). Um dieser Neuerung mehr Raum zu gewähren, wurde 2022 ein Vortrag gestrichen und stattdessen eine Diskussionsrunde mit allen Vortragenden eingeführt, in der weitere Schülerfragen beantwortet wurden (siehe...). Außerdem wurden einige der Schülerfragen auch nach dem Darwintag gesammelt und nachträglich von einigen Wissenschaftler*innen beantwortet. Die Antworten wurden auf der Website des Veranstalters hochgeladen. Diese Interaktion zwischen Schüler*innen und Wissenschaftler*innen beinhaltet nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) keine ausschließliche Weitergabe von Informationen, sodass Personen Wissenschaft immer mehr wertschätzen und vertrauen, sondern möchte eine moderne Auffassung von Wissenschaft fördern, indem die Weitergabe von Informationen genutzt wird, um sich eingehend mit authentischer Wissenschaft auseinanderzusetzen und sie zu hinterfragen, wie es auch die Wissenschaftler*innen in den Reflexionsgesprächen zum Darwintag erwähnten. Diese forderten z.B. auch Feedback zum Vortrag ein oder den weiteren Austausch mit den Schüler*innen, etwa durch persönliche Gespräche vor und nach dem Vortrag (siehe Kapitel 5.2.1). Die Studien zum Darwintag lassen die Vermutung zu, dass viele Forschende (u.a. der Metaorganismus-Forschung), den Dialog mit Teilen der Gesellschaft nicht gewohnt sind (siehe Kapitel 5.2.1). Hierzu stellen Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) die These auf, dass Studierende in den Naturwissenschaften nach dem Abschluss vermehrt in einseitige oder asymmetrische zwei-Wege-Kommunikation gehen als einen realen Dialog über Wissenschaft mit nicht-wissenschaftlichen Personen zu führen. Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) plädieren daher für die Integration eines Dialogs zwischen Laien und Experten, z.B. in Master-Kursen oder Kursen zur professionellen Kommunikation in der wissenschaftlichen Ausbildung. Sie begründen dies mit verbesserten Bedingungen für echte Dialogansätze, da der Einbezug von *Nature of Science*-Aspekte in die eigene Darstellung von Forschung geübt wird. Diese Beobachtungen lassen sich ebenfalls auf die Vortragenden des Darwintags anwenden, da Wissenschaftskommunikationskurse

auch in der Struktur des Sonderforschungsbereichs 1182 mitgedacht werden könnten. Auf Retreats könnten Gestaltungshinweise und kleine Vorträge für bestimmte Teile der Gesellschaft vorbereitet werden (siehe Kapitel 5.2.1).

5) ***Use language that is appropriate for your target audience***

Hinsichtlich der sprachlichen Zugänge zu den Vorträgen am Darwintag verfolgten alle Kommunikator*innen bezüglich des Darwintages das Kommunikationsziel „Nachrichten über Wissenschaft anzupassen“, zu dem auch ein Aspekt der sprachlichen Anpassung bei Fachausdrücken, englischen Begriffen oder der Aussprache und Satzstruktur zählen kann (Dudo & Besley, 2016). Insbesondere dieser Aspekt von verständlichen Vorträgen und Materialien für die Zielgruppe wird von Lehrkräften immer wieder als möglicher Verbesserungsvorschlag zum Darwintag angesprochen. Hierbei werden Argumente angebracht, die besagen das die Vorträge auf „einem ganz anderen Level“ anzusiedeln sind (Vgl. L2, Z.3-12) oder und das Event eher als Berufsorientierung zu nutzen anstatt einer zusätzlichen höheren fachlichen Wissensvermittlung (Vgl. L3, Z. 325-336; siehe zusätzlich Kapitel 5.2.2). Als Reaktion auf diesen Gesichtspunkt wurde der sprachliche Aspekt zum einen kurz in den Gestaltungshinweisen (Punkt 9) angesprochen. Zum anderen fand der Aspekt besondere Berücksichtigung in der Gestaltung von Unterrichtsmaterialien und der begleitenden Lehrerhandreichung wie den Hinweisen zu fachlichen Konzepten, die von Lehrkräften als „hilfreich“ oder „zur Reflexion anregen“ aufgenommen wurden (siehe Kapitel 5.1.2). Guderian (2007) schlägt dazu eine direkte Absprache von Lehrkräften und Personen am Lernort vor, um die Materialien direkter an die Zielgruppe anpassen zu können, was durch den iterativen Designprozess mit abgedeckt wurde. Hinsichtlich der Kernkompetenzen effektiver Wissenschaftskommunikation nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) wurde die Auswahl einer angemessenen Sprache für die Zielgruppe als zweitwichtigster Aspekt von den befragten *Practitioners* genannt. Auch hinsichtlich von Kriterien qualitätvoller Wissenschaftskommunikation nach Olesk et al. (2021) findet der Aspekt der Sprache in allen drei Bereichen Berücksichtigung. Etwa im Bereich „trustworthiness & scientific rigour“ bei Kriterien wie *factual* und *balanced*, im Bereich „presentation & style“ bei Kriterien wie *clear* und *spellbinding* oder auch im Bereich „connection with society“ bei Kriterien wie *purposeful* und *targeted* (siehe Tabelle 1).

6) ***Use a suitable mode and platform to communicate with the target audience***

Der Darwintag als eintägige Vortragsveranstaltung weist auf ein beliebtes Kommunikationsformat von *Science Outreach* Programmen an Universitäten hin, da Vorträge ein großes Publikum mit einer Veranstaltung erreichen können und zudem für Wissenschaftler*innen in ihrem Arbeitskontext ein vertrautes Medium darstellen (Sadler et al., 2016; Monroe, 2011). Schüler*innen gaben bei den Erwartungen zum Darwintag an, dass es ihnen wichtig ist die Universität als Institut kennenzulernen (siehe 3.2.1). Lehrkräfte ergänzten dazu, dass der Vorlesungscharakter am Darwintag eine gute Möglichkeit ist Vorlesungen an Universitäten für Schüler*innen kennenzulernen und diesen Besuch auch als Berufsorientierung zu nutzen (siehe u.a. Kapitel 3.2.2). Hinsichtlich des Aufbrechens des Vortragsformates durch Experimente, partizipative Angebote wie *citizen science* Projekte oder Diskussionsformate vertreten Lehrkräfte unterschiedlicher Meinung je nach den intendierten Zielen des Besuchs. Während es einige Lehrkräfte als besonders gelungen finden nur Vorträge zu hören und so den Alltag an Universitäten einmal kennenzulernen, plädieren andere Lehrkräfte einen häufigeren Wechsel an Methoden, durch das Integrieren von interaktiven und anregenden Elementen. Hinsichtlich des Formates anderer Vortragsveranstaltungen als *Science Outreach* Programm wie die *Royal Institution Christmas Lectures* weisen Sardo, Little und Fogg-Rogers (2021) auf einige Hinweise hin, die schon intensiver im Fazit der 3. Studie diskutiert wurden.

7) ***Use the tools of storytelling and narrative***

Bezogen auf dieses Kriterium zeigen die Vorträge und Interviews mit den Wissenschaftler*innen, dass diese bekannt mit den Konzept *Storytelling* sind, aber dies unterschiedlich stark in ihren Vorträgen umgesetzt haben oder auch grundsätzlich bekannt damit sind. Hinsichtlich einer Wissenschaftlerin kam die Anregung, darüber noch deutlicher in den Gestaltungshinweisen hinzuweisen, weil sie diesen Hinweis als besonders wichtig empfindet (siehe jeweils 5.2.1). Somit könnten fachdidaktische Hilfsangebote noch stärker das *Storytelling* fokussieren z.B. in den Gestaltungshinweisen, Beratungsgesprächen oder Kommunikationstrainings für die Kommunizierenden. Bezogen auf weitere Forschungsliteratur zu Kommunikationstrainings wird dieser Aspekt von *Practitioners* in Kommunikationstrainings als mit am wichtigsten in ihrer Arbeit wahrgenommen, indem oft das Ziel ist Wissenschaftler*innen zu besseren Geschichtenerzählern zu machen. Dies kann dabei helfen Wissenschaft für Teile der Gesellschaft interessanter zu gestalten und die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen (Dudo et al., 2021).

8) ***Separate essential from non-essential factual content in a context that is relevant to the target audience***

In Hinblick auf diese Kernkompetenz kann insbesondere anhand nachträglich geführter Interviews und dem Endprodukt, wie den Vorträgen am Darwintag, darauf geschlossen werden, wie die Kommunikator*innen ihre Inhalte nach den Bedürfnissen der Zielgruppe ausgerichtet haben. Als wichtigstes Kriterium zum Besuch des Darwintages gilt laut den Ergebnissen der 1. Studie Einblicke in den Forschungsprozess von aktiv Forschenden zu erhalten (Kapitel 3.2.1). Im direkten Vergleich dazu wurde dies ebenfalls als Kommunikationsziel von vielen Wissenschaftler*innen genannt. Im Designprozess der Forschungsarbeit wurde deshalb insbesondere auf die Vermittlung von NOS-Aspekten im Unterrichtsmaterial mit der begleitenden Lehrerhandreichung geachtet (siehe Kapitel 4.11) sowie der Integrierung dieser fachdidaktischen Ergebnisse in den Gestaltungshinweisen. In den Reflektionsgesprächen zum Darwintag 2022 zeigten sich dahingehend insbesondere diese NOS-Aspekte als erkenntnisreich, die laut den Vortragenden zum Umdenken und neu Gestalten von Vorträgen geführt haben (siehe 5.1.1, weitere Einordnungen diesbezüglich sind im Fazit der 3. Studie zu lesen). Für zukünftige Forschung in diesem Bereich könnte ebenfalls ein Interview während des Erstellungsprozesses zum Vortrag wichtige Impulse liefern, inwieweit eine Selektion stattfindet und auf Grundlage welcher Gründe.

9) ***Use/consider style elements appropriate for the mode of communication [such as humour, anecdotes, analogy, metaphors, rhetoric, images, body language, eye contact, and diagrams]***

Hinsichtlich des Verwendens von Kommunikationstaktiken bezogen auf die Zielgruppe lassen sich laut den Vortragenden viele Bezüge zu den Darwintag-Vorträgen ziehen wie in den Vorträgen vom Darwintag 2022 viele zielgruppenspezifische Bezugspunkte finden, wie z.B. Alltagsvergleiche von Datenmengen in der Forschung mit Netflix, das Verwenden von humorvollen Abbildungen, Bilder aus dem Forschungsalltag oder das Verwenden von Metaphern (siehe Kapitel 5.2.1). Auch in den Gestaltungshinweisen wird mehrfach auf die Bedeutung und den Effekt durch das Verwenden von Gestaltungstaktiken bei der Zielgruppe von Schüler*innen hingewiesen. Dudo und Besley (2016) unterscheiden diesbezüglich zwischen übergeordneten Zielen "communication goals", Kommunikationszielen und "communication objectives", dem Erreichen dieser durch Kommunikationstaktiken, "communication tactics". Auch in Kommunikationstrainings für Wissenschaftler*innen wird ein Schwerpunkt darauf gelegt, wie sie durch Kommunikationstaktiken ihre Ziele besser erreichen können (Dudo et al., 2021).

10) ***Identify the purpose and intended outcome of the communication***

Hinsichtlich dieser Kernkompetenz wurden von den Organisator*innen klare Ziele formuliert, die das Näherbringen von aktueller [und authentischer] Forschung aus der Evolutionsbiologie für Schüler*innen, aber auch weitere Teile der allgemeinen Öffentlichkeit anstrebt sowie das Kennenlernen von der Universität als Institution, wie dem Studieren und Forschen darin (Vgl. O1, Z. 12-16). Dieses Ziel ist nach Meinung der Organisator*innen 2022 besonders gut gelungen durch Verbesserungen am Format mit einem intensiveren Austausch zwischen Zielgruppe und Kommunikator*innen als auch den Eindrücken zur Zielgruppe (Vgl. O1, Z. 19-29). Doch nicht nur die Organisator*innen strebten gewisse Ziele an, sondern auch die Kommunikator*innen bei der Befragung zum Darwintag 2019 mit den Hauptzielen über die eigene Forschung und dessen Inhalte zu informieren, Begeisterung für Wissenschaft zu wecken und Botschaften direkt an die Zielgruppe anzupassen. Diese klare Zielformulierung fehlt nach Forschenden wie Varner (2014) oder Phipps (2010) vollständig oder die Ziele sind teilweise nicht mit den Inhalten abgestimmt, wie es Garner und Eilks (2015) oder Dudo und Besley (2016) in ihrer Forschung betonen oder Ziele und Ergebnisse werden nicht miteinander in ein Bewertungsverhältnis gesetzt (Husher, 2010). Ein Vorteil in dem Erreichen der Ziele und der Abstimmung von Zielen, Inhalten und Ergebnissen war sicherlich auch die jahrelange Erfahrung und Weiterentwicklung im Organisationsteam, da es den Darwintag seit 2009 gibt und die fachdidaktische Forschung seit der Masterarbeit 2018 und der darauffolgenden Doktorarbeit seit 2019 Teil des Organisationsteams ist.

11) Consider the social, political, and cultural context of the scientific information

Bezogen auf die elfte Kernkompetenz zeigen aktuelle Forschungsliteratur von Höttecke (2004) oder Stamer (2019) oder auch die eigenen Untersuchungen, dass die interviewten Lehrkräfte und Schüler*innen bei Vorstellungen zur Wissenschaft und ihrer Wissenschaftler*innen vor allem kognitiv-epistemische Aspekte fokussierten und weniger sozial-institutionelle Aspekte.

Als Folge dieser Ergebnisse wurde der *Family Resemblance Approach* (Erduran & Dagher, 2014) in die Unterrichtsmaterialien, Lehrerhandreichung und Aspekte daraus in die Gestaltungshinweise stärker integriert. Insbesondere in den Unterrichtsmaterialien war das Ziel ein vielfältigeres Wissenschaftsverständnis durch das Zusammenwirken von einer aktiv forschenden Person, deren soziale Gefüge in der Forschung und dem Zusammenspiel mit der Politik oder Teilen der Gesellschaft zu vermitteln und auch in Teilen der Vorträge finden sich diese Aspekte wieder (siehe Kapitel 5.2.1). So zeigen etwa Untersuchungen von Stamer (2019), dass das Zeigen von authentischen Videos über Wissenschaft und ihrem Berufsalltag das vielfältige Wissenschaftsverständnis fördert sowie die Wahrnehmung von Authentizität.

12) Understand the underlying theories leading to the development of science communication and why it is important

Bezogen auf diese Kernkompetenz decken diese vor allem *Practitioners* wie fachdidaktisch Forschende ab, welche unterschiedliche Arten der Vermittlungsrolle einnehmen können. Nach den Brokerage-Modellen von Gould und Fernandez (1989) könnte die Vermittlungsrolle auf den Darwintag bezogen vor allem der „*Liason*“ zugeordnet werden. In dieser sorgt die Einbeziehung „Dritter“ für eine Kommunikation zur wissenschaftlichen Perspektive (Forschende des SFB 1182) und der praktischen Perspektive (Schüler*innen mit ihren Lehrkräften). Ein Resultat zum Mitdenken der verbrückenden Theorien ist auf inhaltlicher Ebene das systematische Einführen von *Nature of Science* Konzepten im Sinne des FRA-Ansatzes nach Erduran und Dagher (2014), das Berücksichtigung auf allen Ebenen wie den Unterrichtsmaterialien (Schüler*innenebene), der Lehrerhandreichung (Lehrer*innenebene) und bei den Gestaltungshinweisen (Wissenschaftler*innenebene) fand. Eine zweite Berücksichtigung fand bei der Umgestaltung des Formates von einem einseitig orientierten Kommunikationsansatz zu einem dialogischen

Verständnis von Kommunikation zwischen Wissenschaft und Schule statt, dass auch Potenzial für partizipative Ansätze offen lässt.

Hinsichtlich der vorgestellten zwölf Kernkompetenzen nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) konnten zu allen Kernkompetenzen in Ansätzen oder starke Bezüge zum Darwintag an der Kieler Universität hergestellt werden, sodass der Darwintag unter diesen Kernkompetenzen als effektive *Science Outreach* Veranstaltung eingeordnet werden kann. In einer vergleichbaren Studie zur Effektivität von Wissenschaftskommunikation bei Bray, France & Gilbert (2012) wurde zusätzlich noch auf Aspekte wie der Förderung des Vertrauens zwischen Publikum und Kommunikator, stärker hingewiesen. Aufgrund der hohen Vertrauenswerte gegenüber Wissenschaft und ihrer Wissenschaftler*innen in der Studie 1 dieser Arbeit wurde dieser Aspekt weniger beachtet und sich vordergründig auf die zwölf Kernkompetenzen nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) konzentriert. Diese geben den Hinweis, dass es häufig aus Zeitgründen beim Unterrichten der Tipps zu einer unausweichlichen Priorisierung der Kernkompetenzen kommen kann. Dazu geben sie den Hinweis, dass die Fähigkeit ein Publikum zu identifizieren (1. Kernkompetenz) und mit ihren Bedürfnissen zu verstehen (2. Kernkompetenz) als Schlüssel für den wissenschaftlichen Kommunikationsprozess und als Schwellenkonzept in der Wissenschaftskommunikation angesehen wird und diese nicht fehlen sollten (Pope-Ruark, 2011). Forschende die sich mit den Kernkompetenzen außerdem evidenzbasiert auseinandergesetzt haben sind u.a. Kuchel et al. (2014).

7 LIMITATIONEN UND AUSBLICK

Gesamten Forschungsprozess umfassend

Explorative Herangehensweise

Auf Grundlage der interdisziplinären Herangehensweise und der Vielfalt an integrierten Aspekten über die drei Studien hinweg ist die teils explorative Herangehensweise mit qualitativem Vorgehen und geringen Stichproben (Studie 1 mit 10 Lehrkräften sowie Studie 2 und 3 mit geringen Stichproben der Lehrkräfte und Wissenschaftler*innen) zu beobachten. Diese teils geringen Stichproben setzen sich aus interessierten Lehrkräften und Wissenschaftler*innen mit einer höheren Motivation sich zu beteiligen zusammen, die sich beim Aufruf zum Mitmachen freiwillig gemeldet haben. Mögliche Gründe für die geringe Teilnahme der weiteren Lehrkräfte ist teils die geringe Motivation an den Untersuchungen teilzunehmen sowie Zeitmangel im Schulalltag sowie die Mehrbelastung durch die COVID19 Pandemie im Schulalltag. An dieser Stelle können niedrigschwellige Bedingungen zum Teilnehmen an der Studie (z.B. per QR-Code, online-Befragungen) ein Weg sein, die Beteiligung zu erhöhen sowie die wertschätzende Kommunikation miteinander mit Aussicht auf das Nutzen neuer Bildungsprodukte wie Unterrichtsmaterial. Ein weiterer Faktor ist die vielseitige Herangehensweise der Befragung, die speziell das Format und seine verschiedenen Akteure berücksichtigt. Diese methodischen Überlegungen lassen Unterschiede zu anderen DBR-Ansätzen sichtbar werden und können eine Vergleichbarkeit in Bezug auf einzelne Elemente, dem generellen Vorgehen oder einzelne Erkenntnisse der Studien zulassen, aber Einschränkungen in der Vergleichbarkeit des gesamten Forschungsprojektes zum Darwintag mit ähnlichen Formaten mit sich ziehen.

*Limitierende Anzahl an Studienteilnehmer*innen*

Auf Seiten der Wissenschaftler*innen wurde sich vor allem auf die kommunizierenden Wissenschaftler*innen zum Darwintag konzentriert, bei dem fünf oder vier Wissenschaftler*innen teilnehmen und sodass im Vorfeld eine limitierende Stichprobe vorhanden war, die mit dem Veranstaltungsformat direkt im Zusammenhang stand. Ein Weg zur Erhöhung der Stichprobe von Wissenschaftler*innen könnte der Vergleich von Studienerkenntnissen über mehrere Jahre vom Darwintag sein oder die Erweiterung der Stichprobe auf potenzielle Kommunizierende z.B. aus dem SFB 1182. An dieser Stelle wären Veranstaltungen oder Studienformate eingebettet in Retreats⁴⁰ des gesamten SFB 1182 eine Möglichkeit weitere Wissenschaftler*innen der Metaorganismus-Forschung anzusprechen und einen Zeitrahmen dafür zur Verfügung zu stellen. Die Erkenntnisse können dahingehend eine Tendenz oder Anknüpfungspunkte für weitere Forschung sein, die sich auf eine repräsentative Gruppe von Lehrkräften oder Wissenschaftler*innen beziehen. Bei der Auswahl der Studienteilnehmer*innen wurde demnach auf die Repräsentativität in Bezug auf Geschlecht, Alter, Berufserfahrung und Vorwissen geschaut und versucht diese möglichst divers aufzustellen, um einen vielseitigen Einblick in die Berufsgruppe zu erhalten.

Stattdfinden des Darwintages einmal im Jahr

Eine weitere Limitation in dieser Arbeit ist das Stattdfinden des Darwintages nur einmal im Jahr. Diese zeitliche Limitation lässt Effekte des Tages vor allem auf kurzfristiger Ebene untersuchen und nur in

⁴⁰ Als Retreat wird in dieser Arbeit ein eintägiges oder mehrtägiges Arbeitstreffen von allen Forschenden im Sonderforschungsbereich bezeichnet, die sich über den aktuellen Stand der Forschung austauschen.

Ansätzen auf mittel- und längerfristige Effekte schauen. Die Analysen sind damit stark auf den Tag bezogen und ermöglichen vor allem eine Datenerhebung rund um den Darwintag.

Limitationen durch die COVID-19 Pandemie

Die Ergebnisse hinsichtlich der durchgeführten DBR-Phasen sind mit Limitationen hinsichtlich der Datenerhebung und Erprobung in der COVID-19-Pandemie verbunden. So wurden die Daten der Wissenschaftler*innen in Studie 1 mit Interviews vor Ort, sowie Fragebogenstudien bei den Schulen vor Ort durchgeführt. Durch die COVID-19-Pandemie kam es in Studie 2 zu einem Wechsel des Darwintag-Formates als auch der Wechsel der Erhebungsmethode zur online-Befragung mittels *Big Blue Button*. In Studie 3 wurden die Interviews erneut online per *Big Blue Button* durchgeführt und aufgezeichnet (siehe Abschnitt...). Dieser Wechsel vom persönlichen zum digitalen Format könnte Einfluss auf die Interviewsituation, die Antworten der Teilnehmenden sowie den nonverbalen, wahrgenommenen Informationen zum Interviewten (z.B. Gestik und Mimik) gehabt haben. Aufgrund der Pandemie konnte leider keine andere Möglichkeit gefunden werden auf persönlichem Weg zu den Erhebungsdaten zu gelangen, sodass wir uns unter den außergewöhnlichen Umständen dazu entschieden haben.

Darwintag-Format

In den letzten vier Jahren kam es aufgrund der COVID-19 Pandemie zu einem Wechsel des Formates, sodass der Darwintag 2019 und die Begleitforschung noch komplett im persönlichen Aufeinandertreffen von Wissenschaftler*innen und Schüler*innen stattfand (Präsenzveranstaltung im Audimax der Kieler Universität), in den darauffolgenden zwei Jahren ein komplett digitales Format aufgebaut und umgesetzt wurde (YouTube-Stream) und im Jahr 2022 auf ein Hybridformat gesetzt wurde (Präsenzveranstaltung im Audimax der Kieler Universität sowie live YouTube-Stream). Dieser Wechsel im Format beeinflusste die Begleitforschung zentral, indem zusätzliche Ressourcen in die Organisation des Darwintages hineinfließen sowie der Formatwechsel ebenfalls ein Teil dieser Forschungsarbeit wurde. Zusätzlich beeinflusste die Pandemie auch die Wahl der Oberthemen zum Darwintag. So wurde 2020 das zentrale Thema "Evolution der Pandemien" zum Darwintag gewählt, weil die pandemische Lage fundamental den Alltag der Schüler*innen beeinflusste und ein großes Interesse auf Seiten der Zielgruppe vorhanden war mehr über Pandemien zu erfahren. Dieses gewählte Oberthema in 2020 hat nur entfernt etwas mit der Metaorganismus-Forschung gemeinsam, sodass die Analysen zum Darwintag in dem Jahr nicht auf die inhaltliche Komponente konzentriert waren. Mit dem Wechsel des Formates zeigte sich auch eine Veränderung in dem Interesse den Darwintag zu besuchen, sodass je nach Format eine unterschiedliche Anzahl an Schulen für Befragungen zur Verfügung stand oder vielmehr den Darwintag online besuchten (z.B. fiel die Motivation weg die Universität als Fakultät persönlich kennenzulernen). Da außerschulische Lernorte wie der Darwintag ein Zusatzangebot für Schulen sind, zeigte sich dieses zum einen stark an der Motivation den Darwintag zu besuchen während der COVID19-Pandemie und zum anderen auch vielmehr an der entsprechenden Vor- und Nachbereitung, die nach Aussagen der Lehrkräfte und den Evaluationsergebnissen häufig aufgrund von fehlenden zeitlichen Ressourcen reduziert, selbst vorbereitet oder ganz weggelassen wurde. Eine weitere Limitation bezieht sich auf die verminderte Erreichbarkeit der Teilnehmenden während der Pandemie an wissenschaftlichen Studien teilzunehmen (häufig nicht als Teilnehmende für Studien zu gewinnen, aufgrund der Mehrbelastung in der Schule). Somit beeinflusste der Wechsel des Darwintages vom analogen, zum digitalen und letztendlich dem hybriden Format diese Forschungsarbeit erheblich in der Wahl der Themen zum Darwintag, der Motivation und Erreichbarkeit der Zielgruppe zur Teilnahme an den Stu-

dien sowie der eigenen Forschungsgestaltung z.B. bei der Wahl einer passenden Methode (quantitative Forschungsansätze waren während der COVID19-Pandemie mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, da Schulen zwischenzeitlich geschlossen waren).

Bezüglich der einzelnen Studien können ebenfalls Limitationen und ein Ausblick auf weitere Forschung gegeben werden. An dieser Stelle wurde eine Zuordnung auf die Studien vorgenommen, jedoch beziehen sich einige der Aspekte ebenfalls auf die anderen Studien wie z.B. die geringe Stichprobe von Lehrkräften und wurde deshalb im oberen Abschnitt dieses Kapitels nochmal gesondert aufgeführt.

Studie 1

Bei weiteren Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der 1. Studie muss die kleine Stichprobe der vortragenden Wissenschaftler*innen aus dem Bereich der Evolutionsbiologie ($N = 4$) sowie die Stichprobengröße der Lehrkräfte ($N=10$) zum Darwintag berücksichtigt werden. Die Ergebnisse beziehen sich vielmehr auf die untersuchte Veranstaltung und dessen Rahmenbedingungen und können demnach vielmehr einen explorativen Einblick in Kommunikationsziele von weiteren Veranstaltungen im *Science Outreach* geben (beispielsweise umfasst unsere Studie mit Schüler*innen eine vermeintlich homogenere Gruppe in Bezug auf Alter oder Vorwissen von Zuhörern einer einzigen, eintägigen Vortragsveranstaltung). Dies schränkt die Verallgemeinerbarkeit auf das Publikum anderer informeller wissenschaftlicher Vorlesungen mit einer vermeintlich heterogeneren Gruppe von Zuhörern ein, z. B. bei Vorlesungsveranstaltungen wie die "European Research Nights" oder "Night of the Profs". Trotz dieser Einschränkungen liefert unsere Studie erste Hinweise auf wichtige Ansätze für die Organisation und Evaluierung von Veranstaltungen im *Science Outreach* z.B. in Bezug auf die Fokussierung von NOS-Aspekten rund um den Darwintag.

Studie 2

Auch bezogen auf die 2. Studie können Limitationen der Studie erwähnt werden. Fokusgruppeninterviews sind eine gute Möglichkeit, um Meinungen und Perspektiven von verschiedenen Personen in einer Gruppe zu sammeln und die Reaktionen aufeinander mit auszuwerten (Schulz, Mack & Renn, 2012). Allerdings kann es schwierig sein, tiefer in bestimmte Themen einzusteigen, wenn diese nicht stark moderiert werden, wie es teilweise bei den Fokusgruppeninterviews beobachtet wurde (dies aber vor allem auch von Forschungsinteresse war). Eine Idee für zukünftige Fokusgruppeninterviews wäre während der Interviews zusätzlich Legekärtchen oder haptische Materialien zu verwenden, um eine weitere Auswertungsmethode zu nutzen und so weitere Facetten und Aspekte zum Thema zu erhalten. Für weitere Forschungen könnten zudem auch Schüler*innen als Zielgruppe zu einem späteren Erhebungszeitpunkt zusätzlich oder stattdessen mit in die Materialgestaltung integriert werden. Zudem kann die Auswertungsmethode des gemeinsamen Kategoriensystems von Antworten der Schüler*innen und Lehrer*innen im induktiven Verfahren sehr zeitaufwendig und komplex sein. Dabei kann es zudem schwierig sein, die Ergebnisse zwischen Schüler*innen und Lehrer*innen immer auf einer Auswertungsebene zu vergleichen. Hinsichtlich der Einbeziehung von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen wurden diese in Studie 2 nur einmal befragt. Dahingehend könnte eine mehrmalige Einbeziehung der Gruppen und eventuell der gleichen Teilnehmenden die Qualität des Produktes erhöhen oder eine bessere Passgenauigkeit des Produkts zu den Bedürfnissen der Teilnehmenden herstellen (siehe dazu auch die Vorteile des Co-Designs in Kapitel 2.3.4).

Die Methode der *Concept Cartoons* als Gesprächsimpulse für die beteiligten Perspektiven scheint eine geeignete Methode zu sein, um interessante und detaillierte Einblicke in die Vorstellungswelten der

Teilnehmenden zu erhalten und eine Diskussion in den befragten Gruppen zu initiieren. An dieser Stelle wurden *Concept Cartoons* als Erhebungsmethode explorativ für das Einbinden von Zitaten einer Befragungsgruppe zur nächsten Befragungsgruppe (von Wissenschaftler*innen zu Lehrkräften und Lernenden und wieder zurück) eingesetzt. Dabei sei darauf hingewiesen, dass dies in weiteren Studien als Erhebungsinstrument weiterentwickelt werden muss z.B. in Bezug auf die Länge der Zitate, die Angliederung der Zitate an theoretische Modelle wie hier den FRA-Ansatz oder die inhaltlichen Schwerpunkte. Ein wichtiger Schritt der Testung als Erhebungsinstrument wäre dahingehend das Einsetzen der *Concept Cartoons* als Gesprächsimpulse in verschiedenen Kontexten und Formaten.

Studie 3

Bezüglich der 3. Studie kann eine Limitation hinsichtlich der Auswahl der Lehrkräfte getätigt werden. In dieser Studie wurden vielmehr schon interessierte Lehrkräfte zum Darwintag und der Unterrichtsgestaltung interviewt ($N=4$). Bei der Auswahl der Lehrkräfte wurde auf ein Spektrum an verschiedenen Lehrkräften mit unterschiedlichen Erfahrungswerten an der Schule geschaut. Die positive Selektion der Lehrkräfte dient in dieser Arbeit vielmehr als Einblick in die Perspektive von aktiven Lehrkräften und ihren Bedürfnissen. Die Intention dieser Lehrerauswahl ist zudem, dass die interviewten Lehrkräfte vielmehr als Multiplikatoren für weniger interessierte Lehrkräfte zum Darwintag und der Materialerstellung dienen können. Durch das bessere Verständnis von Lehrkräften mit ihren Bedürfnissen, Wünschen, Bedenken oder Herausforderungen können die Angebote noch zielgruppenspezifischer angepasst werden und eine größere Gruppe von Lehrkräften ansprechen. Durch einen stetigen Dialog der Lehrkräfte in ihrem Schulverband können so Anreize gesetzt werden den Darwintag zu besuchen und/oder die Materialien zu nutzen, um bei der Verbesserung dieser Angebote mitzuhelfen. Die geringe Stichprobe der interviewten Lehrkräfte bietet vielmehr einen Einblick von Lehrkräften mit unterschiedlichen Voraussetzungen. Diese Einblicke benötigen jedoch noch weitere Forschungsarbeit mit einer größeren Stichprobe, um Aussagen mit einer höheren Reliabilität in diesem Gebiet zu tätigen. Bezogen auf die 3. Studie wurden Reflektionsgespräche geführt. Hinsichtlich der *Conjecture Map* nach Sandoval (2014) könnten dahingehend bei den Lehrkräften und Wissenschaftler*innen nicht nur am Ende des Prozesses Interviews geführt werden, sondern zusätzlich während des Einsetzens der Materialien. Gemäß diesem Verfahren können evidenzbasierte Aussagen zur Wirksamkeit der eingesetzten Produkte getätigt werden.

Begleitende Forschung zum Darwintag

Hinsichtlich der designbasierten Entwicklung und Evaluation zum Darwintag wird der Fokus weiterer Forschung intensiver die Schüler*innenperspektive auch in der Evaluation berücksichtigen. Geplant ist dahingehend das entworfene Unterrichtsmaterial mit Schüler*innen in Hinblick verschiedener Aspekte wie Verständlichkeit, Interesse, Differenziertheit oder das Verständnis authentischer Forschung zu untersuchen. Hierbei wird auf die Methode der *Conjecture Map* nach Sandoval (2014) Bezug genommen und könnte zum Beispiel wie folgt aussehen (siehe Abbildung 70):

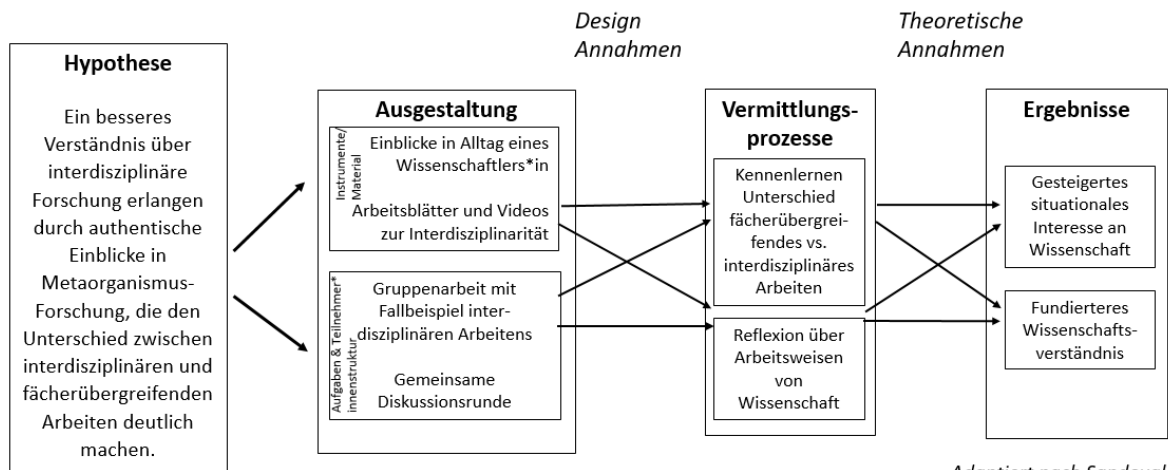


Abbildung 61. Beispielhafte Conjecture Map für Schüler*innen als Forschungsgruppe

Ein weiter Forschungsfokus könnte dabei die Qualität von Wissenschaftskommunikation betreffen durch die 12 Indikatoren von Olesk et al. (2021). Anhand einer Befragung von Schüler*innen mit den 12 Indikatoren (siehe Seite 36) könnte somit zukünftig ermittelt werden, inwieweit diese in den Vorträgen oder Bildungsprodukten zum Darwintag erfüllt sind oder wo man noch nachbessern könnte. Damit könnte aus Forschungssicht untersucht werden, inwieweit der Darwintag als *Science Outreach* Veranstaltung nicht nur Kriterien der Effektivität erfüllt, sondern unter Umständen auch die der Qualität von Formaten der Wissenschaftskommunikation.

Hinsichtlich des Unterrichtsmaterials sowie den weiteren begleitenden Produkten zum Darwintag könnten diese in Form eines E-Books zur Metaorganismus-Forschung in interaktiver Form gemeinschaftlich weiterentwickelt und beforscht werden (siehe Abbildung 71). Dabei könnte von Forschungsinteresse sein, wie zusammen designtes Unterrichtsmaterial im Sinne der vorgestellten Abbildung und mit Ausweitung der DBR-Schritte mehrere Zyklen der befragten Gruppen beinhaltet, sodass die Reflektions- und Evaluationsphase dieser Unterrichtsmaterialien weitere Ergebnisse zu den angesprochenen Aspekten liefert. Eine erste Grundlage bildet die bereits entworfene „Meet the Meta-App“ vom Sci-ComLab, die bereits gute Ansatzpunkte dazu liefert und über eine weitere Zusammenarbeit nachgedacht werden könnte.⁴¹

⁴¹ Die „Meet the Meta-App“ kann unter folgenden Link erreicht werden: <https://metaorganism.app/> (letzter Zugang 03.07.23)

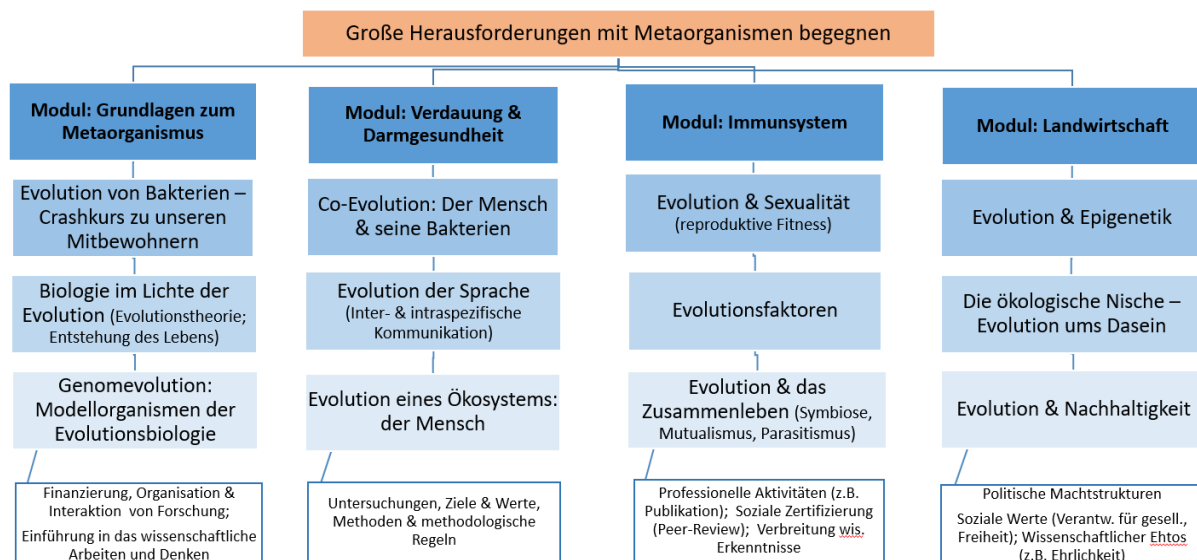


Abbildung 62. Ideen zur Struktur eines E-Books in Feld der Metaorganismus-Forschung für Oberstufenschüler*innen

Dabei könnte von Forschungsinteresse sein, wie zusammen designtes Unterrichtsmaterial im Sinne der vorgestellten Abbildung und mit Ausweitung der DBR-Schritte mehrere Zyklen der befragten Gruppen beinhaltet, sodass die Reflektions- und Evaluationsphase dieser Unterrichtsmaterialien weitere Ergebnisse zu den angesprochenen Aspekten liefern.

Weitere Ausblicke zur Forschung beziehen sich darauf, wie die neuesten Ergebnisse aus der Metaorganismus-Forschung ebenfalls stärker an Schulen integriert werden können z.B. durch Lehrerfortbildungen. Zum Beispiel kann durch die begleitende Forschung untersucht werden, inwieweit das Unterrichtsmaterial und die Impulse an die Lehrkräfte auch wirklich im Unterrichtsalldag Einzug erhalten haben und wie dieses noch besser gelingt durch die Adressierung der strukturellen Hindernisse (siehe Kapitel 4.7.4.1).

Darwintag

Hinsichtlich des weiteren Forschungsvorhabens auf Grundlage dieser Promotionsarbeit ist für den Darwintag 2023 die weitere Förderung des direkten Austauschs zwischen Vortragenden und Schüler*innen sowie Lehrer*innen geplant, die sich z.B. in den Pausen am Darwintag für Fragen weiterhin zur Verfügung stellen oder in Form einer digitalen Sprechstunde niedrigschwellig erreichbar sind. Hinsichtlich der weiteren Förderung von NOS-Aspekten zum Darwintag ist die Idee evidenzbasiert zu begleiten, inwiefern das Integrieren von Experimenten und einer Dokumentenkamera eine Möglichkeit ist die Zielgruppe aktiver zu integrieren. Eine weitere Möglichkeit wäre das Integrieren von *Citizen Science* Projekten am Darwintag, die statt eines Fachvortrages von Wissenschaftler*innen vorgestellt werden könnten und dessen Ergebnisse im besten Fall noch mit präsentierenden Schüler*innen zusammen vorgestellt werden.

Hinsichtlich des eigenen Modellansatzes könnten zudem partizipative Kommunikationsansätze weiter mitgedacht werden. So kam z.B. von den interviewten Lehrkräften der Vorschlag in einem Vortrag ein *Citizen Science*-Projekt mit teilnehmenden Schulklassen vorzustellen oder die Zielgruppe bei kontroversen Diskussionen stärker mit einzubeziehen und diese effektiver auch aus Sicht der Wissenschaftler*innen zu nutzen (Pedretti, 2007; Metcalfe et al., 2022). Dadurch könnten positive persönliche Beziehungen zwischen Teilen der Gesellschaft und Wissenschaft das Vertrauen in Wissenschaft erhöhen

und besonders auch z.B. Schüler*innen mit einer geringen Kompetenz in *scientific literacy* helfen eine Verbindung zur Naturwissenschaft zu finden oder weiter aufzubauen.

Designgerechtigkeit stärker einbinden

Bezogen auf den Aspekt der Designgerechtigkeit innerhalb der befragten Gruppen zeigte sich bei den befragten Fachforschenden eine Vielfalt der Teilnehmenden vor allem hinsichtlich des Geschlechts (es nahmen sowohl Wissenschaftler als auch Wissenschaftlerinnen daran teil) und der Berufserfahrung (es nahmen Doktorand*innen, Post-Docs als auch Professor*innen an der Erhebung teil), weniger vielfältig konnte die Herkunft der Teilnehmenden beschrieben werden, die vornehmlich alle aus Deutschland kamen. Hinsichtlich der befragten Lehrer*innen und Schüler*innen wurde sich auf eine geringe Stichprobe geeinigt, die vielmehr nicht die Meinung aller Lehrkräfte oder Lernenden abbilden sollte, sondern grundlegende Perspektiven/Kategorien wie Chancen und Herausforderungen sowie Stereotype von Lehrkräften und Schüler*innen zu NOS-Themen und Metaorganismus-Themen für die fachdidaktische Forschung sichtbar macht. Unter den teilnehmenden Lehrkräften war eine vielfältige Zusammensetzung hinsichtlich der unterrichteten Schulform (Gymnasium und Gemeinschaftsschule), des Geschlechts (vier Lehrer*innen und vier Lehrer nahmen teil) und der Berufserfahrung (von Berufsanfänger*innen bis Lehrkräfte kurz vor der Rente) zu beobachten. Weniger vielfältig war die Tatsache, dass sechs der Lehrkräfte in Schleswig-Holstein unterrichteten, eine Lehrkraft gerade vornehmlich an der CAU Kiel arbeitete und eine Lehrkraft in Baden-Württemberg unterrichtete. Hinsichtlich der Schüler*innen als Zielgruppe konnte eine Vielfalt hinsichtlich des Geschlechts, der Schulform (zwei Klassen an der Gemeinschaftsschule, Schüler*innen einer Klasse am Gymnasium) und des Profilschwerpunktes (ein nicht-naturwissenschaftliches Profil, zwei naturwissenschaftliche Profile) festgestellt werden, weniger vielfältig war der Standort der Stichprobe (alle interviewten Schulen kamen aus Kiel).

Hinsichtlich des angesprochenen Aspektes über den Umgang mit Gleichberechtigung oder Gleichwertigkeit im Designprozess, könnte für zukünftige Forschung im Design von Bildungsprodukten das Folgen von Grundsätzen aus der *Design justice*-Bewegung ein vielversprechender Weg sein. Dieses dient einerseits dazu, das Bewusstsein für die Chancen und Herausforderungen in der Beteiligung unterschiedlicher Gruppen zu erweitern und andererseits dieses im Design explizit oder implizit einfließen zu lassen. *Design justice* ist daher ein Designansatz, der häufig von marginalisierten Gruppen geleitet wird und aufzeigen möchte, wo und wie strukturelle Ungleichheiten auftauchen und wie damit umgegangen werden kann, anstatt diese (oft unbewusst) zu reproduzieren (Sasha Constanza-Chock, 2020):

„Design justice, in other words, requires that we specify, consider, and intentionally decide how to best allocate both benefits and harms of the objects and systems we design, with attention to their use context. It doesn't mean lowest-common-denominator design. Quite the opposite: it means highly specific, intentional, custom design that takes multiple standpoints into account. It is not about eliminating the benefits of excellent design unless everyone can access them; instead, it is about more fairly allocating those benefits.“ (Sasha Constanza-Chock, 2020; S. 230).

Dahinter steht somit eine soziale Bewegung (Design justice network⁴²) aus u.a. Wissenschaftler*innen, Journalist*innen, Designer*innen oder Organisator*innen, die sich gründete, um Prinzipien zu entwickeln, die Designer*innen helfen sollen diese Ungleichheiten bei Produkten oder Aspekten nicht weiter zu reproduzieren. Diese Prinzipien wurden von dem Netzwerk entwickelt und stetig weiterentwickelt von über 300 Personen und Organisationen und sind nachfolgend aufgeführt (Sasha Constanza-Chock, 2020; S. 7-8):

⁴² Siehe auf den Link für weiterführende Informationen dazu: <http://designjusticenetwork.org>

- 1) *We use design to tain, heal, and empower our communities, as well as to seek liberation from exploitative and oppressive systems.*
- 2) *We center the voices of those who are directly impacted by the outcomes of the design process.*
- 3) *We prioritize design's impact on the community over the intentions of the designer.*
- 4) *4. We view change as emergent from an accountable, accessible, and collaborative process, rather than as a point at the end of a process.*
- 5) *We see the role of the designer as a facilitator rather than an expert.*
- 6) *We believe that everyone is an expert based on their own lived experience, and that we all have unique and brilliant contributions to bring to a design process.*
- 7) *We share design knowledge and tools with our communities.*
- 8) *We work towards tainable, community-led and controlled outcomes.*
- 9) *We work towards non-exploitative solutions that reconnect us to the earth and to each other.*
- 10) *Before seeking new design solutions, we look for what is already working at the community level. We honor and uplift traditional, indigenous, and local knowledge and practices.*

Diese Prinzipien könnten für zukünftige Designforschung im Bildungsbereich ein nützliches Werkzeug sein, indem bei der Zusammensetzung der beteiligten Gruppen darauf beachtet wird, wer am Designprozess teilnimmt, wer vom Designprozess profitiert und wer eher dadurch gehemmt wird. Zusätzlich können diese Prinzipien bei der Erstellung und Überarbeitung von Bildungsprodukten wie den Gestaltungshinweisen oder Unterrichtsmaterialien hilfreich sein einen sensibleren Umgang mit Ungleichheiten zu üben und diese wenn möglich zu beseitigen.

8 IMPLIKATIONEN

Hinweise für Science Outreach Programme wie universitäre Vortragsveranstaltungen nach dem Vorbild des Darwintages

Auf Grundlage der dargelegten Ergebnisse in der vierjährigen Begleitung des Darwintages in dieser Arbeit werden nun Erkenntnisse für die Bildungspraxis abgeleitet. Diese könnten von Interesse sein, um aktuelle Forschung in ein authentisches und effizientes *Science Outreach* Programm mit Beteiligung von Schüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen zu überführen.

Die Empfehlungen sind insbesondere im Zusammenhang mit dem Darwintag an der Kieler Universität zu betrachten. Sie können jedoch auch darüber hinaus für ähnliche Vorhaben, z.B. in Bezug auf das sich ändernde Kommunikationsformat, der Umgang mit neuen Forschungsinhalten oder die Ausgestaltung von vermittelnden Rolle in der Organisation solcher Events inspirierend sein.

Format – Anpassungen von einem unidirektionalen zu einem bidirektionalen Format

- **Einführen des Hybrid-Formates als effiziente Kombination einer großen Reichweite und dem persönlichen Zusammentreffen:** Das **Präsenzformat** des Darwintages (2009-2019) ermöglicht die persönliche Interaktion mit Forschenden und das Kennenlernen der Universität (Audimax) durch eine Vorlesungserfahrung, aber es sind nur begrenzte Kapazitäten vorhanden. Außerdem stellen weite Anfahrtswege für weiter entfernte Schulen relevante Hindernisse für die Realisierung eines Besuchs dar. Zusätzlich werden die Vorträge einmal live angehört; das **digitale Format** (2020-2021) ermöglicht eine große Reichweite (in und auch über Schleswig-Holstein hinaus) sowie das digitale Festhalten der Vorträge mittels YouTube. Allerdings geht das live-Erlebnis in einem Hörsaal mit über 1000 Schüler*innen verloren; das **hybride Format** (2022) ermöglicht eine große Reichweite mit flexiblen Einsatz der digital zur Verfügung stehenden Vorträge (YouTube) und der Erfahrung des *live*-Events in einem Hörsaal zusammenzubringen und ist für den Darwintag und seine Zielsetzung am besten geeignet.
- **Ersetzen eines Fachvortrags durch Fragerunde:** Im Laufe der Weiterentwicklung des Darwintages von einem ‚defizitären‘ hin zu einem dialogischeren Kommunikationsformat wurde der fünfte Vortrag durch eine **Fragerunde aller Wissenschaftler*innen mit Fragen von Lernenden** ersetzt. In dieser Fragerunde liegt der Fokus verstärkt auf NOS-Aspekten entlang des FRA-Ansatzes, um ein authentisches und vielfältigeres Wissenschaftsverständnis bei Schüler*innen zu fördern. Zudem zeigte sich aufgrund der hohen Lautstärke und der Rückmeldung von Lehrkräften, dass Lernende beim fünften Vortrag nicht mehr die nötige Aufmerksamkeit aufbringen konnten, dem Vortrag konzentriert zu folgen. Auf Grundlage des Feedbacks der Beteiligten hat sich dieser methodische Wechsel als vielversprechend herausgestellt.
- **Einführen eines digitalen Fragetools „Slido“ zum Stellen von Schülerfragen:** Hinsichtlich der **aktiveren Einbindung der Schüler*innen am Darwintag** hat sich die Einführung eines Fragetools namens „SLIDO“ bewährt. Mit Hilfe eines QR-Codes gelangen die Schüler*innen zur Website und können während des gesamten Darwintages übergreifend oder speziell zu einzelnen Vorträgen Fragen stellen. Besonders vielversprechende Fragen werden in den fünf Minuten nach einem Vortrag direkt von den Wissenschaftler*innen bzw. auch nach dem Darwintag beantwortet und auf der Website hochgeladen. Die eingesendeten Fragen werden durch zwei Personen aus dem Organisationsteam gefiltert und an die Moderierenden des Events weitergeleitet.

Kommunizierende – Anpassungen zu zielgruppenspezifischeren Vorträgen

- **Kürzung der Vortragslänge und Integrierung einer fünf Minuten Schülerfragerunde:** Statt den anfänglichen 25-30 Minuten reine Vortragszeit sowie den 40 Minuten Vortragszeit für eine

Gastprofessorin (ohne Schülerfragen) wurden im Laufe der Transformation des Darwintages 20 Minuten Vortragszeit veranlasst sowie das Integrieren von ca. fünf Minuten für das Beantworten von Schülerfragen über das Fragentool. Die Vortragslänge wurde von der Zielgruppe als zu lang empfunden, indem Schüler*innen nicht daran gewöhnt sind, sich alle in Form von Vorträgen zu konzentrieren.

- **Einführen von Gestaltungshinweisen ermöglicht zielgruppenspezifischere Vorträge:** Die Einführung von didaktischen Gestaltungshinweisen wurde eingeführt, weil viele Vortragende primär Vorträge für ein wissenschaftliches Publikum hielten und die Zielgruppe große Probleme hatte diese zu folgen. Mit Hilfe von Gestaltungshinweisen hinsichtlich des Fachinhaltes, NOS-Aspekten und der Einordnung der Zielgruppe zeigen sich Hinweise, dass die Vortragenden vielmehr einen komplett neuen Vortrag vorbereiteten, der die Zielgruppe von Schüler*innen ansprechen sollte.
- **Auf vielfältige Zusammensetzung der Vortragenden achten:** Zu Beginn der didaktischen Beteiligung zum Darwintag wurden fast ausschließlich Professor*innen mit langjähriger wissenschaftlicher Erfahrung als Vortragende zum Darwintag eingeladen, indem vier Vortragende vornehmlich aus dem Kieler Forschungsraum kamen und eine Gastprofessorin eingeladen wurde. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Vortragenden erwies sich die stärkere Vielfalt in Hinblick auf Alter, Berufserfahrung und Geschlecht als vielversprechender Ansatz zum Annehmen von didaktischen Gestaltungshinweisen, der Motivation einen Vortrag stärker auf die Zielgruppe anzupassen und in Hinblick auf die Bedürfnisse der Zielgruppe vor allem auch jüngere Wissenschaftler*innen zu hören, die noch nicht so weit von der Schule entfernt sind.

Zielgruppe – Auf Bedürfnisse eingehen und mit *Nature of Science*-Aspekten verbinden

- ***Nature of Science* als zentrales didaktisches Konzept zum Darwintag einführen:** Hinsichtlich der Erwartungshaltung von *Science Outreach* Veranstaltungen wie dem Darwintag wurde primär von Lehrkräften und Lernenden geäußert, dass sie sich vor allem Einblicke in den Erkenntnisprozess von Wissenschaft wünschen, während dies auch als ein wichtiges Kommunikationsziel bei den Vortragenden genannt wurde. Diese vielfältigen Einblicke in das Berufsbild des*r Wissenschaftlers*in scheinen somit einen großen Mehrwert für Veranstaltungen wie den Darwintag darzustellen, sodass *Nature of Science*-Aspekte in Ansätzen in den Vorträgen wiederzufinden waren und auch explizit im Unterrichtsmaterial angesprochen wurden. Besonders sozial-institutionelle Aspekte wie die interdisziplinäre Zusammenarbeit, die Forschungsstruktur in einem Verbund oder der persönliche Umgang mit Misserfolgen scheinen der Zielgruppe häufig nicht so bekannt zu sein und stoßen auf großes Interesse.
- **Unterrichtsmaterial möglichst mit Lehrkräftehandreichung zur Verfügung stellen:** Die Reflektionsgespräche mit Lehrkräften haben ergeben, dass das zusätzliche Integrieren einer niedrigschwiligen und leicht verständlichen Handreichung zum Unterrichtsmaterial als sehr hilfreich eingestuft wird und diese nach eigenen Angaben das Material schneller im eigenen Unterricht einsetzen würden oder sich dies auch bei Kolleg*innen vorstellen könnten. Besonders die Gestaltung der Lehrkräftehandreichung, indem die Unterrichtsmaterialien im Kleinformat abgedruckt sind und drumherum Hinweise verschiedener Art arrangiert sind, wurde von Lehrkräften aufgrund der schnellen Orientierung und den als hilfreich empfundenen Hinweisen als sehr positiv eingeschätzt. Es stellt sich heraus, dass Unterrichtsmaterialien idealerweise digital und in Papierform zur Verfügung gestellt werden sollten.

Fachdidaktische Vermittlungsrolle – Ausgestaltung der Funktionen

- **Übergeordnete Vermittlungsposition bei der gemeinsamen Entwicklung von Unterrichtsmaterialien:** Hinsichtlich moderner und komplexer Forschungsthemen, die noch ungenügend in

die schulischen Curricula und fachdidaktischen Forschung integriert sind, eignet sich eine gemeinsame Unterrichtsentwicklung mit Wissenschaftler*innen als Impulsgeber der fachlichen Inhalte und NOS-Aspekten, die dann von Lehrkräften hinsichtlich einer didaktischen Begutachtung unterzogen wurden und Schüler*innen ihre Meinung, Vorkenntnisse und Interessen diesbezüglich äußern.

- **Übersetzungsarbeit zwischen verschiedenen Ebenen:** Im Auswertungsprozess der Aussagen von Schüler*innen und Lehrer*innen erwies sich die Herausbildung von übergeordneten „Deutungsräumen“ als besonders hilfreich für die Erstellung von Unterrichtsmaterialien. Anhand dieser „Deutungsräume“ konnte der Vermittlungsbedarf auf Seiten der Schüler*innen für die neuen Forschungsthemen besonders gut ermittelt werden. Außerdem eignen sie sich als Anknüpfungspunkt für weitere Forschung.

Organisatorische Schritte einer fachdidaktischen Begleitung von *Science Outreach* Events nach dem Vorbild des Darwintages an der Kieler Universität

Tabelle 47. Übersicht über organisatorische Schritte zum Darwintag an der CAU Kiel

Zuordnung zum Darwintag	Zeitraum	Aufgaben	Konkretisierungen zu den Aufgaben
Vor dem Darwintag (März-Oktober)	Feb.-Apr.	Themenfestlegung & Referentensuche zum Darwintag	Kriterien: Interessantes Thema, Lust am Vermitteln der Forschungsinhalte an Schüler*innen, Themenvorschläge von Lehrkräften berücksichtigen
	Mär.-Apr.	Planung der Begleitforschung zum Darwintag	Studien zur Erhebung quantitativer Daten (Online-Fragebogen an Schüler*innen, Lehrer*innen) und qualitativer Daten (Interviews mit Forschenden)
	Apr.-Aug.	Konzeption von didaktischem Begleitmaterial	Unterrichtsmaterial zur Vor- (Expertentexte zu den einzelnen Vorträgen) und Nachbereitung (Stop-Motion-Filme zu Aspekten aus den Vorträgen) des Darwintages im Unterricht, Beobachtungsaufträge für den Darwintag
	Okt.	Zusenden didaktischer Tipps beim Erstellen der wissenschaftlichen Vorträge	Ableitung der Tipps aus Literatur & Forschungsergebnisse zum Darwintag
	Okt.	Bereitstellung eines Angebots an Forschende zur Besprechung der wissenschaftlichen Vorträge mit Naturwissenschaftsdidaktiker*innen kurz vor dem Darwintag	Überprüfung, ob Inhalte für Oberstufenschüler*innen angemessen sind
Am Darwintag (November)	Nov.	Sammeln und Sortieren von Schülerfragen am Darwintag	Fragensammlung mittels QR-Code und Handys auf Schülerseite & Verwaltung der ankommenden Fragen mittels Kommunikationstool „Slido“
Nach dem Darwintag (November-Februar)	Nov.-Dez.	Ordnen aller Schülerfragen, Organisation nachträglicher Beantwortung der Schülerfragen von Wissenschaftler*innen sowie Formatierung und Veröffentlichung auf der Universitätswebsite	
	Dez.-Jan.	Auswertung der Evaluation zum Darwintag	Auswertung quantitativer Daten (mit SPSS, Excel) & qualitativer Daten (qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring, 2015)
	Jan.-Feb.	Vorstellung der Evaluationsergebnisse im Organisationsteam	Fazit und mögliche Anpassungen für den kommenden Darwintag planen

9 GESAMTFAZIT

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde das Ziel verfolgt, die Forschungstraditionen der Naturwissenschaftsdidaktik und Wissenschaftskommunikation durch einen eigenen evidenzbasierten und stakeholderorientierten Modellansatz zur Designforschung im Bildungsbereich im gemeinsamen Forschungsfeld der *Science Outreach* Programme stärker miteinander zu verknüpfen. Hierfür wurde der eigene Modellansatz vornehmlich aus dem *Modell der didaktischen Rekonstruktion* (Kattmann et al., 1997) und dem *Public Engagement with Science – A Visual Model* (u.a. Kimbrell et al., 2022) theoretisch hergeleitet und praktisch durch einen *design-based research*-Ansatz (nach McKenney und Reeves, 2012) beim *Science Outreach* Programm des Darwintages an der Kieler Universität systematisch durchgeführt. Das übergeordnete Ziel war es herauszufinden, welche Funktionen die übergeordnete Vermittlungsrolle aus der Naturwissenschaftsdidaktik in der Verbesserung von *Science Outreach* Programmen wie hier dem Darwintag über vier Jahre hinweg einnehmen kann und wie dies zur Effektivität der Veranstaltung beiträgt. Hierfür wurden drei Studien durchgeführt: Die erste Studie hatte das Ziel, die spezifischen Bedürfnisse der Teilnehmenden, bestehend aus den vortragenden Forschenden und der Zielgruppe aus Oberstufenschüler*innen und ihren Lehrkräften herauszufinden. Darauf aufbauend wurde in einer zweiten Studie und in Zusammenarbeit mit Forschenden, Lehrenden und Lernenden begleitendes Unterrichtsmaterial entworfen, das moderne Forschungsinhalte authentisch und zielgruppenorientiert vermitteln möchte. In der dritten und letzten Studie wurden die entworfenen Bildungsprodukte und der Darwintag als Veranstaltung hinsichtlich des praktischen Umgangs damit und dem Anpassen auf die Bedürfnisse der Beteiligten am Darwintag reflektiert.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass *Science Outreach* Programme, wie der vorgestellte Darwintag ein vielversprechender Weg sein können, um zukünftig die Synergieeffekte beider Forschungstraditionen im Sinne von Modellen, Theorien oder Konzepten stärker miteinander zu verknüpfen, um die Ziele zum Darwintag von authentischen Einblicken in Forschung und Universität mit seinen Forschenden effektiver und systematischer erreichen zu können. Eine Möglichkeit, diese Synergieeffekte beidseitig zu nutzen, zeigte sich in dem systematischen Einbinden einer Vermittlungsrolle (*Practitioner*), die in dieser Forschungsarbeit durch Naturwissenschaftsdidaktiker*innen ausgefüllt wurde:

- 1) Eine prägende Funktion der Vermittlerrolle zeigte sich in der „informierenden“ Position als Leitung eines systematischen und iterativen Designprozesses mit den beteiligten Perspektiven aus Forschung und Schule. Die iterative Befragung von aktiv Forschenden nach den zu vermittelnden Inhalten der Metaorganismus-Forschung, den didaktischen Einschätzungen der Lehrkräfte gegenüber den Inhalten und den Befragungen der Schüler*innen nach ihren Bedürfnissen zu den Inhalten erwies sich als gelungenes Beispiel für das Erstellen von zielgruppenorientierten Unterrichtsmaterialien unter Berücksichtigung von Fehlkonzepten bezogen auf aktuelle und interdisziplinäre Forschungsinhalte, die explizit noch keinen curricularen Einzug in den Schulunterricht erhalten haben. Zudem konnten dadurch evidenzbasierte Einblicke in den Designprozess und nicht nur das Designprodukt gegeben werden, wie es häufig in der Forschungsliteratur gefordert wird. Dabei zeigte sich, dass Lehrkräfte die begleitende Handreichung als niedrigschwellig, hilfreich und übersichtlich empfanden, gerade auch in Hinblick auf häufig implizit weiter vermittelte Fehlkonzepte wie das schlechte Image von Mikroorganismen auf Lehrendenseite und die damit verbundenen Handlungsoptionen. Die entwickelten Gestaltungshinweise für das zielgruppenspezifischere Ausgestaltung der Vorträge am Darwintag deuteten zudem an vielen Stellen an, dass Hinweise zum Fachinhalt, NOS-Aspekten und dem Umgang mit der Zielgruppe direkt oder indirekt in den Vorträgen umgesetzt wurden.

- 2) Eine zentrale Funktion erwies sich als „verknüpfend“ zwischen den Stakeholdern, indem neuere NOS-Modelle wie der *Family Resemblance Approach* nach Erduran und Dagher (2014) systematisch auf allen Ebenen integriert wurde. Als zentrale Erwartung der Zielgruppe zum Darwintag zeigte sich, dass Einblicke in den Forschungsprozess der Vortragenden priorisiert wurde, aber dies häufig von den Vortragenden nicht so wahrgenommen wurde. Die Integration des FRA-Ansatzes wurde auf Schüler*innenebene in die Unterrichtsmaterialien durch ein personalisiertes Beispiel einer Forschenden und Einblicke in ihre Forschung, Zusammenarbeit und Strukturen von Forschung integriert und als interessant aus Lehrer*innensicht wahrgenommen. Die Wissenschaftler*innen fanden diese Ansätze in den Gestaltungshinweisen wieder, die für sie zentral den Vortrag geprägt hatten und diesen zielgruppenorientierter gestalteten. Auf Ebene der Lehrkräfte zeigten sich diese Aspekte in der begleitenden Lehrerhandreichung, die ebenfalls als sehr positiv wahrgenommen wurde.
- 3) Zum Erreichen der Ziele am Darwintag wurde zudem die „transformierende“ Funktion der Vermittlungsrolle sichtbar, indem das Kommunikationsformat von vornehmlich einseitig geprägter Vermittlung zu dialogisch geprägten Aspekten des Austausches zwischen Forschenden und Zielgruppe, wie die Möglichkeit, Fragen an die Vortragenden zu stellen oder eine Diskussionsrunde mit allen Forschenden statt eines fünften Vortrages geöffnet. Diese Formatänderung zu mehr Dialog entspricht daher dem modernen Verständnis von Wissenschaftskommunikation und dem Erreichen von authentischen Einblicken in Forschung, was laut den Organisator*innen auch erreicht wurde.
- 4) Eine weitere Funktion der Vermittlung wurde in der Datenauswertung durch die „übersetzende“ Funktion bei den „Deutungsräumen“ deutlich. Hier zeigte sich, dass die gemeinsame, induktive Auswertung von Antworten der Schüler*innen und Lehrer*innen in einem Categoriesystem hilfreich ist, um einerseits Gemeinsamkeiten herauszufinden, aber auch um Vermittlungsbedarf etwa bei Missverständnissen oder dem Argumentieren zu vermeintlich gleichen Konzepten auf Schüler*innenseite und Lehrer*innenseite z.B. exemplarisch in Bezug auf „selbstständiges Arbeiten“ herauszufinden. Es zeigte sich, dass Lehrkräfte darunter eine vielmehr offene Arbeitsweise verstehen und Schüler*innen sich eine feste Struktur wünschen, aber in dieser mehr Freiräume eingeräumt bekommen möchten. Diese Erkenntnisse wurden zentral in das Unterrichtsmaterial und die weiteren Begleitprodukte aufgenommen und sind zudem ein geeigneter Anknüpfungspunkt für weitere Forschung.

Durch das systematische und evidenzbasierte Einbinden der fachdidaktischen Vermittlungsrolle konnte somit das Optimierungspotenzial vom Darwintag hinsichtlich der Effektivität nach Mercer-Mapstone und Kuchel (2017) weiter ausgeschöpft sowie sichergestellt werden, dass die Ziele des Darwintages auch mit den Inhalten abgestimmt waren und eine Reflektion auf unterschiedlichen Ebenen der beteiligten Akteure stattfand. Die zielgruppenspezifischen Anpassungen zum Darwintag können zudem einen wichtigen Beitrag zur *scientific literacy* der teilnehmenden Schüler*innen und interessierten Öffentlichkeit leisten, indem authentische Einblicke in moderne und interdisziplinäre Metaorganismus-Forschung zu einem vielfältigen Wissenschaftsverständnis beitragen können, dass für übergreifende Themen wie Klima, Ernährung, Energie oder Gesundheit von großer Bedeutung ist. Es zeigte sich, dass Forschungseinblicke in der Kombination von kognitiv-epistemischen Facetten wie die Forschungsarbeit mit Metaorganismen im Labor mit sozial-institutionellen Facetten von Forschung wie die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Biolog*innen, Physiker*innen und Informatiker*innen sowie

die Strukturen von Forschung für die beteiligten Akteure im Designprozess der Materialien eine sinnvolle und hilfreiche Ergänzung zum Schulunterricht darstellen könnten. Dazu zählten insbesondere auch Einblicke im Umgang mit Misserfolgen in der Wissenschaft, die Arten der Zusammenarbeit oder der Umgang mit ungelösten Problemen in der Forschung.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass interdisziplinäre Modellansätze wie in dieser Forschungsarbeit, die aus Theorien beider Traditionen gemeinsame ein neues Modell ergeben, ein Weg `gleichwertigen und intensiven Austausches` nach Baram-Tsabari und Osborne (2015) darstellen können, damit die beschriebenen Vorbehalte untereinander überwunden werden können. Dieses wechselseitige Nutzen von Theorien und Werkzeugen beider Disziplinen zeigt ein vielversprechendes Potential zum effizienten und effektiven Erreichen der Ziele an einem *Science Outreach* Programm wie dem Darwintag der CAU Kiel. Um das zu erreichen, erwies sich die fachdidaktische Vermittlerrolle als Schlüsselement etwa durch das Anwenden von Kommunikationstaktiken in den Gestaltungshinweisen wie dem *Storytelling* oder *Framing* in der Interaktion zwischen Forschenden und Schüler*innen. Dazu gehörte auch die stakeholderorientierte Umsetzung von Designansätzen aus der Bildungsforschung oder das systematische Einführen von verbrückenden fachdidaktischen Konzepten wie den modernen NOS-Ansätzen auf allen Ebenen der Stakeholder. Die Forschungsarbeit ist demnach ein Beispiel dafür, wie die systematische, stakeholderorientierte und evidenzbasierte Integrierung der Vermittlerrolle zu Verbesserungen von *Science Outreach* Veranstaltungen z.B. in Hinblick auf die Effektivität beitragen kann.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

- American Association for the Advancement of Science. (2016). Theory of change for public engagement with science. *Online at https://www.aaas.org/sites/default/files/content_files/2016-09-15_PES_Theory-of-Change-for-Public-Engagement-with-Science_Final.pdf*.
- Abd-El-Khalick, F., Myers, J. Y., Summers, R., Brunner, J., Waight, N., Wahbeh, N., ... & Belarmino, J. (2017). A longitudinal analysis of the extent and manner of representations of nature of science in US high school biology and physics textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 82-120.
- Akgun, S., & Kaya, E. (2020). How do university students perceive the nature of science?. *Science & Education*, 29(2), 299-330.
- Akin, H., & Scheufele, D. A. (2017). Overview of the science of science communication. *The Oxford handbook of the science of science communication*, 25-33.
- Aksela, M. (2010). Evidence-based teacher education: Becoming a lifelong research-oriented chemistry teacher?. *Chemistry education research and practice*, 11(2), 84-91.
- Aksela, M. (2019). Towards Student-Centred Solutions and Pedagogical Innovations in Science Education through Co-Design Approach within Design-Based Research. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 7(3), 113-139.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95 (3), 518–542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Allchin, D. (2013). Teaching the nature of science. *Perspectives and Resources*. St. Paul, MN: SHiPS Education Press.
- Allchin D. (2017). Beyond the Consens View: Whole Science, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, Vol. 17(1), 18-26.
- Anderson, D., Kisiel, J., & Storksdieck, M. (2006). Understanding teachers' perspectives on field trips: discovering common ground in three countries. *Curator the Museum Journal*, 49(3), 365-386.
- Appleton-Knapp, S. L. & Krentler, K. A. (2006). Measuring student expectation and their effects on satisfaction: the importance of managing student expectation. *Journal of Marketing Education*, 28(3), 254-264.
- Arimoto, T., & Sato, Y. (2012). Rebuilding public trust in science for policy-making. *Science*, 337(6099), 1176-1177.
- Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2016). Concept Cartoons als diskursiv-reflexive Szenarien zur Aktivierung des Methodenwissens beim Forschenden Lernen. *Biologie Lehren und Lernen – Zeitschrift für Didaktik der Biologie*, 20 (1), 33–43.
- Bakker, A. (2018). *Design research in education: A practical guide for early career researchers*. Routledge.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14.
- Baram-Tsabari, A. & Lewenstein, B. V. (2013). An instrument for assessing scientists' written skills in public communication of science. *Science Communication*, 35 (1), 56–85. <https://doi.org/10.1177/1075547012440634>
- Baram-Tsabari, A. & Osborne, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*, 52 (2), 135–144. <https://doi.org/10.1002/tea.21202>
- Baram-Tsabari, A., & Lewenstein, B. V. (2017). Science communication training: what are we trying to teach?. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 285-300.

- Barel-Ben, David, Y., Garty, E. S., & Baram-Tsabari, A. (2020). Can scientists fill the science journalism void? Online public engagement with science stories authored by scientists. *PloS one*, *15*(1), e0222250.
- Banerjee, P. A. (2017). Is informal education the answer to increasing and widening participation in STEM education?. *Review of Education*, *5*(2), 202-224.
- Bauer, M. W., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public understanding of science*, *16*(1), 79-95.
- Bauer, M. W., & Falade, B. A. (2014). Survey research around the world. *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*, 140.
- Besley, J. C. (2015). What do scientists think about the public and does it matter to their online engagement?. *Science and Public Policy*, *42*(2), 201-214.
- Besley, J. C., Oh, S. H., & Nisbet, M. (2013). Predicting scientists' participation in public life. *Public understanding of science*, *22*(8), 971-987.
- Besley, J. C., Dudo, A., & Storksdieck, M. (2015). Scientists' views about communication training. *Journal of research in science teaching*, *52*(2), 199-220.
- Besley, J. C., Dudo, A., & Yuan, S. (2018). Scientists' views about communication objectives. *Public Understanding of Science*. (Seitenzahlen und Auflage fehlt) (Reihenfolge: Dudo an anderer Stelle erstgenannt)
- Besley, J. C., Dudo, A., Yuan, S., & Lawrence, F. (2018). Understanding scientists' willingness to engage. *Science communication*, *40*(5), 559-590.
- Besley, J. C., Lee, N. M., & Pressgrove, G. (2021). Reassessing the variables used to measure public perceptions of scientists. *Science Communication*, *43*(1), 3-32.
- Besley, J. C., & Nisbet, M. (2013). How scientists view the public, the media and the political process. *Public understanding of science*, *22*(6), 644-659.
- Billmann-Mahecha, E., & Gebhard, U. (2014). Die Methode der Gruppendiskussion zur Erfassung von Schülerperspektiven. *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 147-158.
- Bonn, A., Richter, A., Vohland, K., Pettibone, L., Brandt, M., Feldmann, R., ... & Vogel, J. (2017). Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland.
- Bosch T.C.G. (2017). Der Mensch als Holobiont. Mikroben als Schlüssel zu einem neuen Verständnis von Leben und Gesundheit. Kiel: Ludwig.
- Bosch T.C.G. (2022). Die Unentbehrlichen – Mikroben, des Körpers verborgene Helfer. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Braha, J. (2015, December). AAAS communicating science program: Reflections on evaluation. In *AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 2015, pp. ED41B-01).
- Braund, M. & Reiss, M. J. (2004). *Learning Science Outside the Classroom*, London. Routledge Falmer.
- Bray, B., France, B., & Gilbert, J. K. (2012). Identifying the essential elements of effective science communication: What do the experts say?. *International Journal of Science Education, Part B*, *2*(1), 23-41.
- Bromme, R. (2016). Mehr Forschung, bitte: Die Kommunikation wissenschaftlicher Inhalte findet auf vielen Kanälen statt. Woran es bislang mangelt, sind empirisch fundierte Erkenntnisse darüber, was auf diesem Feld überhaupt möglich und sinnvoll ist. Drei strategische Vorschläge. *DUZ Magazin*, *7*, 20-21.

- Bromme, R. (2020). Informiertes Vertrauen. Eine psychologische Perspektive auf Vertrauen in Wissenschaft. In M. Jungert, A. Frewer & E. Mayr (Hrsg.), *Wissenschaftsreflexion. Interdisziplinäre Perspektiven zwischen Philosophie und Praxis*. (S. 105–134). Mentis.
- Bromme, R. & Goldman, S. R. (2014). The public's bounded understanding of science. In *Educational Psychologist*, 49 (2), 59-69. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.921572>.
- Bromme, R. & Kienhues, D. (2014). Wissenschaftsverständnis und Wissenschaftskommunikation. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (6. Aufl., S. 55–81). Beltz.
- Brossard, D. & Lewenstein, B. V. (2010). A Critical Appraisal of Models of Public Understanding of Science: Using Practice to Inform Theory. In L. Kahlor & P. A. Stout (Eds.), *Communicating Science. New Agendas in Communication* (1st ed., pp. 11–39). doi:10.4324/9780203867631
- Brunner, J. L., & Abd-El-Khalick, F. (2020). Improving nature of science instruction in elementary classes with modified science trade books and educative curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(2), 154-183.
- Bucchi, M. (2008). Of deficits, deviations and dialogues: Theories of public communication of science. In M. Bucchi & B. Trench (Hrsg.), *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology* (1. Aufl., S. 57–76). Routledge.
- Bucchi, M. (2019). Facing the challenges of science communication 2.0: quality, credibility and expertise. *EFSA Journal*, 17, e170702.
- Bucchi, M. & Trench, B. (2014). Science communication research: themes and challenges. In M. Bucchi & B. Trench (Hrsg.), *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology* (2. Aufl., S. 1–14). Routledge.
- Bühner, M. (2006). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (2. Aufl.). Pearson Studium.
- Bultitude, K. (2011). Science Communication—Why and How?.
- Burns, T.W., O'Connor, D.J., Stocklmayer, S.M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. In: *Public Understanding of Science* 12 (2).
- Byrne, J. (2011). Models of Microorganisms: Children's knowledge and understanding of microorganisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927-1961.
- Callon, M. (1999). The role of lay people in the production and dissemination of scientific knowledge. *Science, Technology and Society*, 4(1), 81-94.
- Carleton-Hug, A., & Hug, J. W. (2010). Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. *Evaluation and program planning*, 33(2), 159-164.
- Carroll, J. M. (1996). Encountering others: Reciprocal openings in participatory design and user-centered design. *Human-computer interaction*, 11(3), 285-290.
- Chang, Y. H., Chang, C. Y., & Tseng, Y. H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 315-331.
- Chao, I. T., Saj, T., & Hamilton, D. (2010). Using collaborative course development to achieve online course quality standards. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 11(3), 106-126.
- Clark G, Russell J, Enyeart P, Gracia B, Wessel A, Jarmoskaite I, et al. (2016) Science Educational Outreach Programs That Benefit Students and Scientists. *PLoS Biol* 14(2): e1002368. Doi:10.1371/journal.pbio.1002368
- Claussen, C., Kapitza, M., Knapp, J. M., Bernholt, A., Schulenburg, H., & Kremer, K. (2020). Metaorganismforschung trifft Schule: Wissenschaftskommunikation an der Universität zu Kiel. *Biologie in unserer Zeit (BiuZ)*, 50(4), 270-277.

- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the learning sciences*, 13(1), 15-42.
- Constan, Z., & Spicer, J. J. (2015). Maximizing Future Potential in Physics and STEM: Evaluating a Summer Program through a Partnership between Science Outreach and Education Research. *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 19(2), 117-136.
- Costa, R., & Mendel, I. (2016). Zwischen Anpassung und Widerstand: Critical Science Literacy in der Wissensgesellschaft. *Magazin erwachsenenbildung. at*, (28).
- Costanza-Chock, S. (2020). Design justice: Community-led practices to build the worlds we need. *The MIT Press*.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, 25(1), 147-164.
- Dannemann, S., Heeg, J., & von Roux, Y. (2021). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion–Rahmen und Impulsgeber für die Entwicklung von Fachdidaktik und Unterricht. *Herausforderung Lehrer* innenbildung. Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, Jg, 4.
- Davis, P. R. & Russ, R. S. 2015. Dynamic framing in the communication of scientific research: Texts and interactions. In *Journal of Research in Science Teaching* 52 (2). <https://doi.org/10.1002/tea.21189>.
- Davies S.R. (2008) Constructing communication: Talking to scientists about talking to the public. *Science Communication* 29(4): 413–434.
- Davidson, S. K, Passmore, C., & Anderson, D. (2009). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education*, 94(1), 122-141. Doi: 10.1002/sce.20356
- Delicado, A. (2009). Scientific controversies in museums: notes from a semi-peripheral country. *Public Understanding of Science*, 18(6), 759-767.
- Dernbach, B., Kleinert, C. & Münden, H. (2012). Einleitung: Die drei Ebenen der Wissenschaftskommunikation. In B. Dernbach, C. Kleinert & H. Münden (Hrsg.), *Handbuch Wissenschaftskommunikation* (S. 1-15). Springer Verlag.
- Design-Based Research Collective (2003): Design-Based Research. An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. In: *Educational Researcher*, 32 (1), 5–8. Online: <http://edr.sagepub.com/content/32/1.toc>. (Online: 05.05.2023)
- De Young, R. (2000). New ways to promote proenvironmental behavior: Expanding and evaluating motives for environmentally responsible behavior. *Journal of social issues*, 56(3), 509-526.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International journal of science education*, 29(6), 685-710.
- DeWitt, J., & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and implications for the future. *Visitor studies*, 11(2), 181-197.
- Dierdorp, A., Bakker, A., Ben-Zvi, D., & Makar, K. (2017). Secondary students` considerations of variability in measurement activities based on authentic practices. *Statistics Education Research Journal*, 16(2), 397-418.
- Dietz, T. (2013). Bringing values and deliberation to science communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(Suppl. 3), 14081-14087. Doi:10.1073/pnas.1212740110
- Dressing, T. & Pehl, T. (2015). Praxisbuch Interview. Transkription und Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende (6. Aufl.). Eigenverlag.
- Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).

- Dudenredaktion (o. J.): „authentisch“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/suchen/duden-online/authentisch> (Aufruf, 06.07.2023)
- Dudo A. & Besley J.C. (2016). Scientists' prioritization of communication objectives for public engagement. *PLoS ONE* 11(2), e0148867.
- Dudo, A., Besley, J. C., & Yuan, S. (2021). Science Communication Training in North America: Preparing Whom to Do What With What Effect? *Science Communication*, 43(1), 33–63. <https://doi.org/10.1177/1075547020960138>
- Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Brill.
- Durchgraf (2019). Schülervorstellungen zum Thema Metaorganismus – Eine schriftliche Befragung im Biologieunterricht. Kiel.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22, 2109-2139.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning sciences*, 11(1), 105-121.
- Ehn, P. (1992). Scandinavian design: On participation and skill.
- Eilam, E., Bigger, S. W., Sadler, K., Barry, F., & Bielik, T. (2016). Universities conducting STEM outreach: A conceptual framework. *Higher Education Quarterly*, 70(4), 419-448.
- Engeln, K. (2004). Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Logos Verlag.
- Entradas, M., & Bauer, M. M. (2017). Mobilisation for public engagement: Benchmarking the practices of research institutes. *Public Understanding of Science*, 26(7), 771-788.
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). Reconceptualizing nature of science for science education. In *Reconceptualizing the nature of science for science education*, (pp. 1-18). Dordrecht: Springer.
- Eshach, H. (2006). Science literacy in primary schools and pre-schools. Dordrecht, The Netherlands.
- Eysel, C., & Schallies, M. (2003). Zukunftswerkstatt Wissenschaft und Technik-die Begleitforschung im Laboratorium. *Tagungsband der GDCP-Jahrestagung in Lübeck 2002*, 99-101.
- Falk, J. H., Martin, W. W. & Balling, J. D. (1978). The novel field-trip phenomenon: Adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15 (2), 127–134.
- Falk, J. H. & Storksdieck, M. (2005). Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89(5), 744–778.
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science education*, 95(1), 168-185.
- France, B., & Bay, J. L. (2010). Questions students ask: Bridging the gap between scientists and students in a research institute classroom. *International Journal of Science Education*, 32(2), 173-194.
- Friedman, B. (1996). Value-sensitive design. *interactions*, 3(6), 16-23.
- Frommer, J., & Rennie, D. L. (2006). Methodologie, Methodik und Qualität qualitativer Forschung. *PPmP-Psychotherapie· Psychosomatik· Medizinische Psychologie*, 56(05), 210-217.
- Feulner, B., Ohl, U., & Hörmann, I. (2015). Design-Based Research—ein Ansatz empirischer Forschung und seine Potentiale für die Geographiedidaktik. *Zeitschrift für Geographiedidaktik-ZGD*, 43(3), 205-231.

- Few, R., Brown, K., & Tompkins, E. L. (2007). Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion. *Climate*
- Fischer, J. (2022). *Basiskonzepte konkretisieren: Entwicklung und Evaluation einer Interventionsmaßnahme zur Förderung kumulativen Lernens durch den Einsatz von Basiskonzepten* (Doctoral dissertation).
- Fischhoff, B. (2013). The sciences of science communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(supplement_3), 14033-14039.
- Fischhoff, B., & Scheufele, D. A. (2014). The science of science communication II. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(supplement_4), 13583-13584.
- Foster, S., & J. McFall-Ngai, M. (2022). Introduction to the special issue in honor of the contributions of Lynn Margulis (1938–2011) Lynn Margulis: a 20th-Century scientist and a visionary of biology. *Symbiosis*, *87*(1), 1-2.
- Garner, N., & Eilks, I. (2015). The expectations of teachers and students who visit a nonformal student chemistry laboratory. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education Education*, *11*(5), 1197–1210. Doi: 10.12973/280urasia.2015.1414a
- Gjerseoe, N. L., & Hood, B. (2013). Changing children’s understanding of the brain: a longitudinal study of the Royal Institution Christmas Lectures as a measure of public engagement. *PloS One*, *8*(11), e80928.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen (Dissertation)*. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- Goodwin, J. (2014). Conceptions of speech act in the theory and practice of argumentation: A case study of a debate about advocating. *Studies in Logic, Grammar, and Rhetoric*, *36*(1), 79-98.
- Goodwin J, Dahlstrom MF (2014). Communication strategies for earning trust in climate change debates. *WIREs Climate Change* *5*(1), 151–160. Doi: <https://doi.org/10.1002/wcc.262>
- Goodyer, J., & Soysa, I. B. (2017). A New Zealand national outreach program—inspiring young girls in humanitarian engineering. *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship*, *12*(2), 1-14.
- Gould, R. V., & Fernandez, R. M. (1989). Structures of mediation: A formal approach to brokerage in transaction networks. *Sociological methodology*, 89-126.
- Greany, T., Gu, Q., Handscomb, G., Varley, M., Manners, P., & Duncan, S. (2014). School-university partnerships: fulfilling the potential. Summary Report: October 2014.
- Griffin, J. (1994). Learning to learn in informal science settings. *Research in science education*, *24*, 121-128.
- Griffin, J., & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science education*, *81*(6), 763-779.
- Gropengießer, H. (2003). Lernen und Lehren—Thesen und Empfehlungen zu einem professionellen Verständnis. *Report*, *3*(2003), 29-39.
- Grover, S., & Pea, R. (2016). Designing a blended, middle school computer science course for deeper learning: A design-based research approach. Singapore: *International Society of the Learning Sciences*.
- Grygier, P. (2008). Wissenschaftsverständnis von Grundschulern im Sachunterricht. Julius Klinkhardt.
- Guderian, P. (2007). Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. <https://doi.org/10.18452/15610>
- Hammann, M., & Asshoff, R. (2014). Schülervorstellungen im Biologieunterricht. *Ursachen für Lernschwierigkeiten*, *1*.

- Hanauska, M. (2020). 27. Historical aspects of external science communication. *Science Communication*, 585-600.
- Hanisch, S. & Eirdosh, D. (2020). Educational potential of teaching evolution as an interdisciplinary science. <https://doi.org/10.35542/osf.io/7md3v>.
- Hansen, J., Holm, L., Frewer, L., Robinson, P., & Sandøe, P. (2003). Beyond the knowledge deficit: recent research into lay and expert attitudes to food risks. *Appetite*, 41(2), 111-121.
- Hansen, A. (2016). The changing uses of accuracy in science communication. *Public Understanding of Science*, 25(7), 760-774.
- Heering, P. & Kremer, K. (2018). Nature of Science. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 105–119). Springer.
- Hendriks, F., Kienhues, D., & Bromme, R. (2016). Trust in science and the science of trust. *Trust and communication in a digitized world: Models and concepts of trust research*, 143-159.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., & Oliver, R. (2007, June). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 4089-4097). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Hilge, C. (1999). Schülervorstellungen und fachliche Vorstellungen zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen: ein Beitrag zur didaktischen Rekonstruktion. Univ., DIZ.
- Hillcoat, J., Forge, K., Fien, J., & Baker, E. (1995). 'I Think It's Really Great that Someone Is Listening to Us...': young people and the environment. *Environmental Education Research*, 1(2), 159-171.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of science education*, 29(11), 1347-1362.
- Howell, E. L., Nepper, J., Brossard, D., Xenos, M. A., & Scheufele, D. A. (2019). Engagement present and future: Graduate student and faculty perceptions of social media and the role of the public in science engagement. *PLoS One*, 14(5), e0216274.
- Höppner, C. (2009). Public engagement in climate change – Disjunctions, tensions and blind spots in the UK. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 8, 012010. doi:10.1088/1755-1315/8/1/012010
- Hörsch, C. (2007). *Biologie verstehen: Mikroorganismen und mikrobielle Prozesse im Menschen*. Didaktisches Zentrum, Carl-von-Ossietzky-Universität.
- Höttecke, D. (2001). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen: Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*. Logos-Verlag.
- Höttecke, D. (2004). Wissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*, 43-56.
- Höttecke, D., & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*, 271-287.
- Höttecke, D. & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*; 104, 641– 666.
- Husher, K. (2010). Building an Evaluation Framework For Australian Science and Maths Outreach Programs in Schools. <http://hdl.handle.net/1959.13/1311016>
- Illingworth, S. M., & Roop, H. A. (2015). Developing key skills as a science communicator: Case studies of two scientist-led outreach programmes. *Geosciences*, 5(1), 2-14.

- Irwin, A. (2008). Moving forwards or in circles?: Scientific communication and scientific governance in an age of innovation. In *Investigating science communication in the information age: Implications for public engagement and popular media* (pp. 3-17). Oxford University Press.
- Irzik, G., Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Sci & Educ* 20, 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Irzik, G. & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In M. R. Matthews (Hrsg.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (S. 999–1021). Springer.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83.
- Jeffers, A. T., Safferman, A. G., & Safferman, S. I. (2004). Understanding K–12 engineering outreach programs. *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 130(2), 95-108.
- Jensen P. 2011. A statistical picture of popularization activities and their evolutions in France. *Public Understanding of Science*, 20: 26–36
- Jensen, E., & Holliman, R. (2016). Norms and values in UK science engagement practice. *International Journal of Science Education, Part B*, 6(1), 68-88.
- Juuti, K., Lavonen, J., Salonen, V., Salmela-Aro, K., Schneider, B., & Krajcik, J. (2021). A teacher–researcher partnership for professional learning: Co-designing project-based learning units to increase student engagement in science classes. *Journal of Science Teacher Education*, 32(6), 625-641.
- Kali, Y. (2006). Collaborative knowledge building using the Design Principles Database. *International Journal of Computer-supported collaborative learning*, 1, 187-201.
- Kali, Y. (2008). 21 The Design Principles Database as a Means for Promoting Design-Based Research. *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching*, 423.
- Kali, Y. (2016). Transformative learning in design research: The story behind the scenes. Keynote presented at the International Conference of the Learning Sciences, Singapore.
- Kampschulte, L., Enzengmüller, C., Parchmann, I. (2018). Wissenschaftskommunikation als Thema für Fachdidaktik. In: *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Regensburg 2017*. Hrsg., Christian Maurer. Band 38 Universität Regensburg, 2018. S. 594-597.
- Kapitza, M. (2020). *Wissenschaftskommunikation im Schülerlabor: Eine Interventionsstudie zu epistemischen Überzeugungen über aktuelle biomedizinische Forschung* (Doctoral dissertation).
- Kapitza, M., Tüffers, L., Schulenburg, H., & Kremer, K. (2020). Den Resistenzen auf der Spur: Außer-schulisches Lernen zur Förderung von epistemischen Überzeugungen. *MNU Journal*, 73(1), 36-40.
- Karampelas, K. (2021). Trends on Science Education Research Topics in Education Journals. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(1), 1-12.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- Kattmann, U. (2007). *Fortschritt und Richtung in der Evolution?*. na.
- Kaya, E., Erduran, S., Aksoz, B., & Akgun, S. (2019). Reconceptualised family resemblance approach to nature of science in pre-service science teacher education. *International Journal of Science Education*, 41(1), 21-47.

- Kelly, N., Wright, N., Dawes, L., Kerr, J., & Robertson, A. (2019). Co-design for curriculum planning: A model for professional development for high school teachers. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 44(7), 84-107.
- Kiessling, T., Knickmeier, K., Kruse, K., Brennecke, D., Nauendorf, A., & Thiel, M. (2019). Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany—Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren. *Environmental Pollution*, 245, 545-557.
- Kimbrell E, Philippe G and Longshore MC (2022). Scientific Institutions Should Support Inclusive Engagement: Reflections on the AAAS Center for Public Engagement Approach. *Front. Commun.* 6:787349. doi: 10.3389/fcomm.2021.787349
- Kircher, E. (2015). Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion. *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*, 107-139.
- Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science field trips. *Science Education*, 89(6), 936–955.
- Kisiel, J. (2006). More than lions and tigers and bears: Creating meaningful field trip lessons. *Science activities*, 43(2), 7-10.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2004). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004). https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf (27.10.2022).
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2020). Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020). https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Biologie.pdf (27.10.2022).
- Knogler, M., Harackiewicz, J. M., Gegenfurtner, A., & Lewalter, D. (2015). How situational is situational interest? Investigating the longitudinal structure of situational interest. *Contemporary Educational Psychology*, 43, 39-50.
- Krapp, A., & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. *Zeitschrift für Pädagogik. Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen*, 44, 54-82.
- Krüger, J. T., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2022). Trust in science and scientists among secondary school students in two out-of-School learning activities. *International Journal of Science Education, Part B*, 12(2), 111-125.
- Krüger, D. & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 133–145). Springer Verlag.
- Kuchel, L. J., Stevens, S. K., Wilson, R., & Cokley, J. (2014). A documentary video assignment to enhance learning in large first-year science classes. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 22(4).
- Kurath, M., & Gisler, P. (2009). Informing, involving or engaging? Science communication, in the ages of atom-, bio-and nanotechnology. *Public Understanding of Science*, 18(5), 559-573.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374.
- Laslo, E., Baram-Tsabari, A., Lewenstein, B. V. A growth medium for the message: Online science journalism affordances for exploring public discourse of science and ethics. In 12 (7). <https://doi.org/10.1177/1464884911412709>

- Lederman, N. G. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 7, No. 1, pp. 1-11). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again?. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1, 1-9.
- Lee, Y. (2008). Design participation tactics: the challenges and new roles for designers in the co-design process. *Co-design*, 4(1), 31-50.
- Lee, H., Stern, M. J., & Powell, R. B. (2020). Do pre-visit preparation and post-visit activities improve student outcomes on field trips?. *Environmental Education Research*, 26(7), 989-1007.
- Leshner, A. I. (2003). Public engagement with science. *Science*, 299(5609), 977-977.
- Lewenstein, B. V. (2015). Identifying what matters. Science education, science communication, and democracy. *Journal of Research in Science Teaching*, 52 (2), 253-262. <https://doi.org/10.1002/tea.21201>.
- Linn, M. C. & Muilenburg, L. (1996). Creating Lifelong Science Learners: What Models Form a Firm Foundation? In *Educational Researcher* 25 (5). <https://doi.org/10.3102/0013189X025005018>.
- Little, H., Fogg-Rogers, L., & Sardo, A. M. (2022). The Christmas Lectures: extending the experience outside the lecture theatre. *Journal of Science Communication*, 21(2), A01.
- Loukomies, A., Juuti, K., & Lavonen, J. (2018). Teachers as educational innovators in inquiry-based science teaching and learning. *Professional development for inquiry-based science teaching and learning*, 185-201.
- Lucas K. B. (2000) One teacher's agenda for a class visit to an interactive science center. *Science Education*, 84:524-544.
- MacArthur, B. L., Lindenfeld, L. A., Aurbach, E. L., Bevan, B., & Newman, T. P. (2020). Bridging Science with Society: Defining Pathways for Engagement. *Communication Center Journal*, 6(1), 62-78.
- Maiden, N., Zachos, K., Franks, S., Wells, R. and Stallard, S. (2020). 'Designing digital content to support science journalism'. In: NordiCHI '20: Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Shaping Experiences, Shaping Society. Tallinn, Estonia: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3419249.3420124>.
- Martín-Sempere, M. J., Garzón-García, B. & Rey-Rocha, J. (2008). Scientists' motivation to communicate science and technology to the public. Surveying participants at the Madrid Science Fair. *Public Understanding of Science*, 17 (3), 349-367. <https://doi.org/10.1177/0963662506067660>
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus. From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Hrsg.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (S. 3-26). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_1
- Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. *Approaches to qualitative research in mathematics education: Examples of methodology and methods*, 365-380.
- MBWK-SH (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein) (2019). *Fachanforderungen biologie. Allgemein bildende Schulen Sekundarstufe I, Sekundarstufe II*. Kiel. <https://fachportal.lernnetz.de/sh/faecher/biologie/fachanforderungen.html>
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Hrsg.), *The nature of science in science education. Rationales and Strategies* (Science & Technology Education Library, S. 41-52). Kluwer Academic Publishers.

- McComas, W. F., Clough, M. P., & Nouri, N. (2020). Nature of science and classroom practice: A review of the literature with implications for effective NOS instruction. *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*, 67-111.
- McKenney, S. (2016). Researcher – practitioner collaboration in educational design research: Processes, roles, values, and expectations. In M. A. Evans, M. J. Packer, & R. K. Sawyer (Eds.), *Reflections on the learning sciences: Current perspectives in social and behavioral sciences* (pp. 155–188). New York: Cambridge University Press.
- McKenney, S., & Reeves, T. (2012). *Conducting educational design research*. London: Routledge.
- McFall-Ngai M., Hadfield M.G., Bosch T.C.G., Carey H.V., Domazet-Lošo T., Douglas A.E., Dubilier N., Eberl G., ... D., Wernegreen J.J. (2022). Animals in a bacterial world, a new imperative for the life sciences. *Proc Natl Acad Sci*. Vol. 110(9), 3229-36.
- Mercer-Mapstone, L. & Kuchel, L. J. (2017). Core Skills for effective Science Communication: A Teaching Resource for undergraduate Science Education. In *International Journal of Science Education Part B*, 7 (2), S. 1-21.
- Metcalfe, J. (2019). *Rethinking science communication models in practice*.
- Metcalfe, J., Gascoigne, T., Medvecky, F., & Nepote, A. C. (2022). Participatory science communication for transformation. *Journal of Science Communication*, 21(2), E.
- Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public understanding of science*, 10(1), 115-120.
- Miller, S., Fahy, D., & ESConet Team. (2009). Can science communication workshops train scientists for reflexive public engagement? The ESConet experience. *Science Communication*, 31(1), 116-126.
- Miller, P. H., Slawinski Blessing, J., & Schwartz, S. (2006). Gender differences in high-school students' views about science. *International journal of science education*, 28(4), 363-381.
- Mintrop, H. (2016). Konzepte der organisationalen und designbasierten Schulentwicklung im US-amerikanischen Kontext. *DDS–Die Deutsche Schule*, 108(4), 399-411.
- Monroe, M.C. (2011). Engaging the public in environmental decisions: Strategies for environmental education and communication. 741–749. In: Gökçekus, H., Türker, U., LaMoreaux, J.W., eds. *Survival and Schüler*innentainability: Environmental Concerns in the 21st Century*. Heidelberg, Berlin: Springer.
- Morris, B. S., Chrysochou, P., Christensen, J. D., Orquin, J. L., Barraza, J., Zak, P. J., & Mitkidis, P. (2019). Stories vs. facts: triggering emotion and action-taking on climate change. *Climatic change*, 154, 19-36.
- Nadelson, L., Jorcyk, C., Yang, D., Jarratt Smith Mary, Matson, S., Cornell, K. & Husting, V. (2014). I just dont trust them: The development and validation of an assessment instrument to measure trust in science and scientists. *School Science and Mathematics*, 114 (2), 76–86.
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2017). *Evolutionsbiologische Bildung in Schule und Universität: Bedeutung und Perspektiven*. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. Nationale Akademie der Wissenschaften.
- National Research Council. (2002). *Scientific research in education*. National Academies Press.
- Neal, J. W., Neal, Z. P., Kornbluh, M., Mills, K. J. & Lawlor, J. A. (2015). Brokering the Research-Practice Gap: A typology. *American Journal of Community Psychology*, 56(3-4), 422-435.
- Neumann, I., & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen: Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 209-232.
- Niebert, K. (2010). *Den Klimawandel verstehen: eine didaktische Rekonstruktion der globalen Erwärmung*. Hannover: Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.

- Niebert, K., & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte interviews. *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 121-132.
- Nisbet, M. C., & Markowitz, E. (2015). Public engagement research and major approaches. *AAAS Center for Public Engagement with Science and Technology Washington: Washington, DC, USA*.
- Nisbet, M. C., & Mooney, C. (2007). Framing science. *Science*, 316(5821), 56-56.
- Nisbet, M.C. & Scheufele, D.A. (2009). What's next for science communication: Promising directions and lingering distractions. *American Journal of Botany*. 96(10). 1767–78. doi: 10.3732/ajb.0900041 PMID: 21622297
- National Research Council (1996) National science education standards. National Academy Press, Washington, DC.
- Ocobock, C., & Hawley, P. (2020). Science on tap: effective public engagement or preaching to the choir?. *Journal of Science Communication*, 19(1), A04.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework. Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving*. OECD. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2019b). *PISA 2018 Ergebnisse (Band I). Was Schülerinnen und Schüler wissen und können*. OECD.
- Olesk, A., Renser, B., Bell, L., Fornetti, A., Franks, S., Mannino, I., ... & Zollo, F. (2021). Quality indicators for science communication: results from a collaborative concept mapping exercise. *Journal of Science Communication*, 20(03).
- Olson, J. K., Cox-Petersen, A. M., & McComas, W. F. (2001). The inclusion of informal environments in science teacher preparation. *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 155-173.
- Orion, N. & Hofstein, A. (1991). The measurement of students' attitudes towards scientific field trips. *Science Education*, 75 (5), 513–523.
- Orion, N. & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (10), 1097–1119.
- Orland-Barak, L., & Tillema, H. (2006). The 'dark side of the moon': A critical look at teacher knowledge construction in collaborative settings. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 12(1), 1-12.
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (3), 173–184. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75396>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003a). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003b). Attitudes towards science. A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Öberg, G., Campbell, A., Fox, J., Graves, M., Ivanochko, T., Matsuchi, L., Mouat, I., & Welsh, A. (2022). Teaching science as a process, not a set of facts. *Science & Education*, 31, 787–817. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00253-8>
- Palmer, S. E., & Schibeci, R. A. (2014). What conceptions of science communication are espoused by science research funding bodies?. *Public Understanding of Science*, 23(5), 511-527.

- Pedretti, E. (2007). Challenging Convention and Communicating Controversy: Learning Through. *In principle, in practice: Museums as learning institutions*, 121.
- Penuel, W. R., Roschelle, J., & Shechtman, N. (2006). Designing formative assessment software with teachers: An analysis of the co-design process. *Research and practice in technology enhanced learning*, 2(01), 51-74.
- Peters HP. Gap between science and media revisited: Scientists as public communicators, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, vol. 110 suppl. 3 (pg. 14102- 14109)
- Peterman, K., Robertson Evia, J., Cloyd, E., & Besley, J. C. (2017). Assessing public engagement outcomes by the use of an outcome expectations scale for scientists. *Science Communication*, 39(6), 782-797.
- Phipps, M. (2010). Research Trends and Findings From a Decade (1997–2007) of Research on Informal Science Education and Free-Choice Science Learning, *Visitor Studies*, 13 (1), 3-22, DOI: 10.1080/10645571003618717
- Piirainen, K., Kolfschoten, G., & Lukosch, S. (2009). Unraveling challenges in collaborative design: a literature study. In *Groupware: Design, Implementation, and Use: 15th International Workshop, CRIWG 2009, Peso da Régua, Douro, Portugal, September 13-17, 2009. Proceedings 15* (pp. 247-261). Springer Berlin Heidelberg.
- Piirainen, K. A., Andersen, A. D., & Andersen, P. D. (2016). Foresight and the third mission of universities: the case for innovation system foresight. *Foresight*. Finde ich nicht
- Poliakoff, E. & Webb, T. L. (2007). What factors predict scientists' intentions to participate in public engagement of science activities? *Science Communication*, 29 (2), 242–263. <https://doi.org/10.1177/1075547007308009>
- Pope-Ruark, R. (2011). Know Thy Audience: Helping Students Engage a Threshold Concept Using Audience-Based Pedagogy. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 5(1), n1.
- Priest, S. H. (2001). Misplaced faith: Communication variables as predictors of encouragement for biotechnology development. *Science Communication*, 23(2), 97-110.
- Project 2061 (American Association for the Advancement of Science). (1993). *Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
- Przyborski, A., & Riegler, J. (2010). Gruppendiskussion und Fokusgruppe. *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie*, 436-448.
- Rafolt, S., Kapelari, S. & Kremer, K. (2019). Kritisches Denken im naturwissenschaftlichen Unterricht – Synergiemodell, Problemlage und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25 (1), 63–75. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00092-9>
- Rakoczy, K., Buff, A. & Lipowsky, F. (2005). Befragungsinstrumente. In E. Klieme & C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie“ Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“*, Teil, 1.
- Reeves, D. B. (2006). *The learning leader: How to focus school improvement for better results*. ASCD.
- Reinfried, S. (2021). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion in der Ausbildung von Geographielehrkräften: Ein Lehr- und Lernangebot zur vertieften Auseinandersetzung mit Unterrichtsplanung und-reflexion. *Herausforderung Lehrer* innenbildung-Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 4(2), 28-50.
- Reinfried, S., Mathis, C., & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *BzL-Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 27(3), 404-414.

- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52-69.
- Rennie, L. J. (2014). Learning science outside of school. In *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 134-158). Routledge.
- Ri online. (2019). *About the Christmas Lectures*. <https://www.rigb.org/christmas-lectures/about>
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell, & Lederman, N. G. (eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Rodgers, S., Wang, Z., & Schultz, J. C. (2020). A scale to measure science communication training effectiveness. *Science Communication*, 42(1), 90-111.
- Roessler, I., Duong, S. & Hachmeister, C.-D. (2015). Welche Missionen haben Hochschulen? - Third Mission als Leistung der Fachhochschulen für die und mit der Gesellschaft. Centrum für Hochschulentwicklung gGmbH.
- Rögener, W., & Wormer, H. (2017). Defining criteria for good environmental journalism and testing their applicability: An environmental news review as a first step to more evidence based environmental science reporting. *Public Understanding of Science*, 26(4), 418-433.
- Roschelle, J., Penuel, W., & Shechtman, N. (2006). Co-design of innovations with teachers: Definition and dynamics.
- Rose, K.M., Markowitz, E.M., and Brossard, D. (2020). Scientists' incentives and attitudes toward public communication. *Journal of Geoscience Education*. 117 (3) 1274-1276 finde ich nicht
- Sadler, K., Eilam, E., Bigger, S. W., & Barry, F. (2016). University-led STEM outreach programs: Purposes, impacts, stakeholder needs and institutional support at nine Australian universities. *Studies in Higher Education*, (Auflage fehlt), 1–14. <https://doi.org/10.1080/03075079.2016.1185775>
- Sampson, J. P., Kettunen, J., & Vuorinen, R. (2020). The role of practitioners in helping persons make effective use of information and communication technology in career interventions. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 20, 191-208.
- Sandoval, W. (2014). Conjecture mapping: An approach to systematic educational design research. *Journal of the learning sciences*, 23(1), 18-36.
- Sattelkau, C. (2021). *Wissenschaftskommunikation mit Texten: Die Kommunikation von Nature of Science mit Textgenres als Brücke zwischen Science Education und Science Communication* (Doctoral dissertation).
- Schäfer, M. S., Kristiansen, S. & Bonfadelli, H. (Hrsg.) (2015a). *Wissenschaftskommunikation im Wandel*. Herbert von Halem.
- Schäfer, M. S., Kristiansen, S. & Bonfadelli, H. (2015b). Wissenschaftskommunikation im Wandel: Relevanz, Entwicklung und Herausforderungen des Forschungsfeldes. In M. S. Schäfer, S. Kristiansen & H. Bonfadelli (Hrsg.), *Wissenschaftskommunikation im Wandel* (S. 10–44). Herbert von Halem.
- Scheufele, B. (2013). *Frames—Framing—Framing-Effekte: Theoretische und methodische Grundlegung des Framing-Ansatzes sowie empirische Befunde zur Nachrichtenproduktion*. Springer-Verlag.
- Scheufele, D. A., & Krause, N. M. (2019). Science audiences, misinformation, and fake news. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(16), 7662-7669.
- Schlesinger, M. A., Flynn, R. M., & Richert, R. A. (2016). US preschoolers' trust of and learning from media characters. *Journal of Children and Media*, 10(3), 321-340.

- Schmidt, I., Di Fuccia, D. S., & Ralle, B. (2011). Außerschulische Lernstandorte: Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften und Schulleitungen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 64, 362-369.
- Schmidt, I., Di Fuccia, D., & Ralle, B. (2014). Science education in out-of-school contexts. In C. P. Constantinou, A. Papadouris, A. Hadjegeorgiou (Eds.), *Science education research for evidence-based teaching and Coherence in Learning*, Proceedings of the ESERA 2013 conference, Nicosia, Cyprus, 2nd 7th September 2013 (pp. 12-20). Retrieved from <http://www.esera.org/>
- Schulz, M., Mack, B., & Renn, O. (Eds.). (2012). *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft: Von der Konzeption bis zur Auswertung*. Springer-Verlag.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Baltimore, MD.
- Schwarzer, S., & Parchmann, I. (2015). Erwartungen von Schülern und Wissenschaftlern an Schülerlaborbefuche. Heterogenität und Diversität-Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Berlin: LIT*, 232-234.
- Seethaler, S., Evans, J. H., Gere, C., & Rajagopalan, R. M. (2019). Science, values, and science communication: competencies for pushing beyond the deficit model. *Science Communication*, 41(3), 378-388.
- Singer, M. Feministische Wissenschaftskritik und Epistemologie: Voraussetzungen, Positionen, Perspektiven, in: Ruth Becker und Beate Kortendiek (Hg.): *Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung*, 3. Aufl., Wiesbaden 2010, S. 292-301.
- Shrader, G., Williams, K., Lachance-Whitcomb, J., Finn, L.-E., & Gomez, L. (2001). Participatory design of science curricula: The case for research for practice. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA.
- Soloway, E., Guzdial, M., & Hay, K. E. (1994). Learner-centered design: The challenge for HCI in the 21st century. *interactions*, 1(2), 36-48.
- Sommer, B., & Maycroft, J. R. (2008). Influencing public policy: An analysis of published op-eds by academics. *Politics & Policy*, 36, 586-613. doi:10.1111/j.1747- 1346.2008.00122.
- Spicer, S. (2017, October). The nuts and bolts of evaluating science communication activities. In *Seminars in Cell & Developmental Biology* (Vol. 70, pp. 17-25). Academic Press.
- Stamer, I. (2019). *Authentische Vermittlung von Naturwissenschaften im Schülerlabor*. Kiel: Dissertation.
- Stanley, W. B., & Brickhouse, N. W. (2001). Teaching sciences: The multicultural question revisited. *Science Education*, 85(1), 35-49.
- Storksdieck, M. (2001). Differences in teachers' and students' museum field-trip experiences. *Visitor Studies Today*, 4(1), 8-12.
- Storksdieck, M. (2006). *Field trips in environmental education*. BWV Verlag.
- Suldovsky, B. (2016). In science communication, why does the idea of the public deficit always return? Exploring key influences. *Public Understanding of Science*, 25 (4), 415-426. <https://doi.org/10.1177/0963662516629750>
- Steffensky, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 299-313). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum. Finde ich nicht
- Streller, M. (2015). The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories (Dissertation). Technische Universität, Dresden. Finde ich nicht

- Stockmayer, S. (2013). Engagement with Science. *Communication and engagement with science and technology: issues and dilemmas: a reader in science*. New York: Routledge, Taylor and Francis Group, 19-38.
- Šuljok, A., & Brajdić Vuković, M. (2013). How the Croatian daily press presents science news. *Science and technology studies*, 26(1), 92-112.
- Tal, R., Bamberger, Y., & Morag, O. (2005). Guided school visits to natural history museums in Israel: Teachers' roles. *Science education*, 89(6), 920-93
- Teichrew, A., & Erb, R. (2020). Lernen mit Modellen und Experimenten. *MNU-Journal*, 2020(06), 481-486. Finde ich nicht
- The Royal Society 2006, Science communication – Survey of factors affecting science communication by scientists and engineers. https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2006/1111111395.pdf (letzter Zugang, 06.07.23)
- Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. *Communicating science in social contexts: New models, new practices*, 119-135.
- Trench, B. (2012). Vital and vulnerable: Science communication as a university subject. *Science communication in the world: Practices, theories and trends*, 241-257.
- Trench, B. & Bucchi, M. (2010). Science communication, an emerging discipline. *Journal of Science Communication*, 9 (3), C03. <https://doi.org/10.22323/2.09030303>
- Unger, A. (2019). *Air Coupled Ultrasonic Transducers for Industrial Applications* (Doctoral dissertation, Dissertation, Darmstadt, Technische Universität Darmstadt, 2019).
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (Eds.). (2006). *Educational design research*. Routledge.
- Van der Sanden, M. C., & De Vries, M. J. (Eds.). (2016). *Science and Technology Education and Communication: seeking synergy* (Vol. 15). Springer.
- Van der Sanden, M. & Flipse, S. (2015). A cybernetic dream: How a crisis in social sciences leads us to a Communication for Innovation-Laboratory. *Journal of Science Communication*, 14 (1), 1-9. <https://doi.org/10.22323/2.14010401>
- Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and teacher education*, 23(6), 885-897.
- Dijk, E. M. V. (2011). Portraying real science in science communication. *Science Education*, 95(6), 1086-1100.
- Vajen, B., Kenner, S., Wolf, C., & Lange, D. (2021). Politikdidaktische Rekonstruktion und Bürgerbewusstsein: Eine exemplarische Aufarbeitung demokratiebezogener Vorstellungen. *Herausforderung Lehrer* innenbildung-nZeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 4(2), 112-128.
- Varner, J. (2014). Scientific Outreach: Toward Effective Public Engagement with Biological Science. *BioScience*, 64(4), 333–340. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu021>
- Vennix, J., Den Brok, P., & Taconis, R. (2017). Perceptions of STEM-based outreach learning activities in secondary education. *Learning Environments Research*, 20, 21-46.
- Wehrmann, C. and van der Sanden, C. A. (2017). 'Universities as living labs for science communication'. *JCOM*, Vol. 16 (05), C03. (finde ich nicht)
- Wentorf, W., Höffler, T., & Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 207-222.

Wirtz, M. A., & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Hogrefe.

Wissenschaft im Dialog (2022). Informationen. *Information - Wissenschaft & Praxis*, 73(1), 59-65. <https://doi.org/10.1515/iwp-2021-2199>.

Woods-McConney, A., Oliver M. C., McConney, A., Schibeci, R., Maor, D. (2013). Science Engagement and Literacy: A retrospective analyses for students in Canada and Australia. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.871658>.

Wu, L. Y., Truong, N. M., Lu, H.-Y., Tseng, Y.-H. & Chang, C.-Y. (2019). Science-Edu- Communication: Trends reveal in 20 years of science communication research. *Journal of Baltic Science Education*, 18 (5), 793–805. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.793>

Yuan, S., Oshita, T., AbiGhannam, N., Dudo, A., Besley, J. C., & Koh, H. E. (2017). Two-way communication between scientists and the public: a view from science communication trainers in North America. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(4), 341-355.

X. ANHANG

Anhang A: Link zu den Unterrichtsmaterialien zum Darwintag

Die beschriebenen Bildungsprodukte sind auf dem folgenden Link zu finden und per PDF herunterzuladen.



developed and evaluated an innovative [Science Outreach Program](#) that involves and connects scientists, school students and public audiences in a co-design setting ([PR.2](#), [PI Parchmann](#));

<https://www.metaorganism-research.com/project-groups/pr/pr-2/>

Anhang B: Interviews der vortragenden Wissenschaftler*innen am Darwintag 2019 (Studie 1)

Interviewleitfaden für die Interviews mit den Vortragenden des Darwin-Tages 2019

1) Begrüßung

Vorstellung der eigenen Person

Allg. Informationen zum Interview

- Vielen Dank, dass Sie sich bereit erklärt haben, an unserer Interviewstudie teilzunehmen und dieses Gespräch mit mir zu führen. Ich möchte mich Ihnen kurz vorstellen:
- Christina Claussen und ich promoviere in der Chemiedidaktik am IPN in Kiel
- Mich interessiert vor allem der Bereich Wissenschaftskommunikation bei außerschulischen Lernorten wie dem Darwintag.
- Damit ich einen realistischen Einblick in das Feld bekomme, möchte ich gern Wissenschaftler/innen befragen und dies mit Antworten eines Fragebogens von Schülern/innen und Lehrern/innen zum Darwintag vergleichen.
- Bei den Interviews geht es nicht um das Abprüfen von Wissen, sondern um persönliche Ansichten und Meinungen, also um eine Vielfalt von Auffassungen.
- Um das Interview besser auswerten zu können, werde ich es mit einem Diktiergerät aufnehmen.
- Die Daten werden so verarbeitet, dass kein Rückschluss mehr auf einzelne Personen möglich ist.
- Sind Sie so damit einverstanden? Dann würde ich jetzt mit der ersten Frage starten.

2) Warm-up: Individuelle Motivation

Wie ist es dazu gekommen, dass Sie am diesjährigen Darwin-Tag vortragen?

Follow-up Fragen

- ➔ Wie wichtig ist es Ihnen generell über Aspekte ihrer Forschung mit Teilen der Gesellschaft zu sprechen? (eventuell nachschieben: Insbesondere unter Berücksichtigung ihrer anderen Tätigkeiten in der Forschung und Lehre)

3) Kommunikationsziele

Sie sprechen vor Schülerinnen und Schülern. Was möchten Sie mit Ihrem Vortrag bei dieser Gruppe erreichen?

Follow-up Fragen

- ➔ Wenn Sie ein Ziel garantiert erreichen könnten, welches wäre das und warum?
- ➔ Was ist auf inhaltlicher Ebene besonders wichtig zu verstehen oder mitzunehmen?

4) Inhaltliche und formale Kriterien bei Vorträgen

Wie werden Sie Ihren Vortrag aufbauen? (Können Sie uns das an ihrem Vortragsthema veranschaulichen)

Follow-up Fragen

- ➔ Haben Sie versucht, Ihrem Vortrag eine bestimmte Rahmung zu geben? Gibt es Aspekte, die sich durch den Vortrag ziehen?
- ➔ Sie haben XY als wichtiges Ziel benannt. Spielt dieses Ziel für Ihren Vortragsaufbau eine Rolle? **(auf Frage 3 beziehen)**
- ➔ Weicht diese Anordnung des Vortrages von anderen Vorträgen, die Sie normalerweise vor einem Publikum halten ab? Wenn ja, an welchen Stellen?

5) Zielgruppenanpassung

Welche Anpassungen nehmen Sie speziell für die Zielgruppe von Schülerinnen und Schülern vor?

Follow-up Fragen

- ➔ Werden wir etwas spezifischer. Denken Sie einmal an den theoretischen Hintergrund Ihrer Forschungsarbeit, d.h. Konzepte, Theorien und Modelle, auf die Sie sich beziehen. Inwieweit passen Sie diesen Bereich an die Zielgruppe an?
- ➔ Denken Sie nun bitte an die Methoden, die Sie in Ihrer Forschung einsetzen. Inwieweit passen Sie diesen Bereich an die Zielgruppe an?
- ➔ Und denken Sie zuletzt bitte an Ergebnisse Ihrer Forschung. Inwieweit passen Sie diesen Bereich an die Zielgruppe an?
- ➔ Versuchen Sie einen Alltagsbezug zu den Schülerinnen und Schülern herzustellen bzw. haben Sie das mitgedacht?
- ➔ Inwieweit kann man bei ihrem Forschungsthema im Unterricht anknüpfen? Beispielsweise durch Gespräche mit Lehrenden, Einblicke in die Fachanforderungen oder Ähnliches informiert?
Haben Sie da konkrete Vorstellungen in Richtung von Fachanforderungen oder Lehrpläne?
- ➔ Haben Sie die Folien ihrer Präsentation auf die Gruppe angepasst? Werden die neu konzipiert oder nutzen Sie schon vorhandene Folien?

6) Lernherausforderungen

Welche Teile Ihres Vortrages könnten für Schüler/innen eine Herausforderung darstellen?

Follow-up Fragen

- ➔ Was sollten die Schüler/innen mitbringen, damit sie deinen Vortrag erfolgreich folgen können? (vor allem bei kognitiven Voraussetzungen bzw. dem fachlichen Grundwissen, auf das man aufbauen kann)

7) Interesse an der Metaorganismus-Forschung

Wie kann aus ihrer Sicht Interesse an ihrem Forschungsthema auf Seiten der Schüler und Schülerinnen wecken? (bezogen auf Theorien, Methoden oder Resultate.)

Follow-up Fragen

- ➔ Gibt es aus ihrer Sicht besonders interessante Punkte, die für Schüler und Schülerinnen (im Alltag) relevant sind (Anwendungsfelder)?

8) Vertrauen/Glaubwürdigkeit in die Wissenschaft und ihre Akteure

Inwieweit beinhaltet ihr Forschungsfeld Aspekte, die kontrovers diskutiert werden? (bezogen auf Theorien, Methoden oder Resultate.)

Follow-up Fragen

- ➔ Versuchen Sie die Inhalte ebenfalls als kontrovers darzustellen oder wie wirkt sich das auf ihre Kommunikation aus? (Kommunikation)
- ➔ Gibt es Aspekte, die dazu führen könnten, dass Ihre Forschung angezweifelt werden könnte? (Ethik)
- ➔ Bezogen auf den Darwintag: Inwieweit wirkt sich dort der Part der Kontroversität ihrer Forschung/ von Wissenschaft aus oder von Unsicherheit in wissenschaftlichen Erkenntnissen aus?

(Inwieweit spiegelt sich dies in Ihrem Vortrag wieder?)

9) Abschlussfrage: Verknüpfung Schule und Wissenschaft

Der KiSOC nimmt in seiner Position eher eine vermittelnde Rolle zwischen Wissenschaft und Schule ein. Was würden Sie uns mit auf den Weg geben oder sich persönlich wünschen, damit Wissenschaft und Schule noch besser miteinander verknüpft werden können, insbesondere auf den Darwintag bezogen.

Hinweis auf Ende (Wir sind nun am Ende des Interviews angelangt, Haben Sie noch Fragen zum Interview, etwas nicht genannt, was aber noch wichtig ist zu erwähnen?
Dann vielen Dank nochmal, dass sie sich die Zeit genommen haben, meine Fragen zu beantworten.

Interview Wissenschaftler 1 (W01) - Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

I: So. Ich würde nochmal ein zweites laufen lassen einfach zur/(...) bisschen zu testen. #0:00:00-0#

W01: Mhm. (zustimmend) #0:00:09-1#

I: Genau. Sind noch weitere Fragen gerade? #0:00:10-2#

W01: Nö. Alles gut. #0:00:13-3#

I: Ok. Dann fange ich mal an. Meine erste Frage ist: Wie ist die Idee zum Darwin-Tag entstanden? #0:00:15-4#

W01: Die Idee ist letztendlich vor mir entstanden und Ursache/ Was heißt Ursache/ Grundauslöser war der 200. Geburtstag von Charles Darwin. Da ist an verschiedenen Orten in ganz Deutschland, wahrscheinlich Weltweit, gab es dann Veranstaltungen zu Darwin um halt Evolutionsbiologisches Wissen zu präsentieren, auch zu vermitteln und die Idee die hier aufkam, war halt letztendlich das Format, was es jetzt auch gibt, dass man also eine Vortragsserie hat, mit Personen, die halt ihre Evolutionsbiologischen Themen präsentieren und der Öffentlichkeit vorstellen können. #0:00:21-5#

I: Waren das so/ #0:01:01-6#

W01: Letztendlich die Idee kam auf zwischen dem Dirk Brandis, Leiter vom Zoologischen Museum und Thomas Bosch. Und ich war da noch relativ neu berufen, habe da gerne mitgemacht und wurde dann gebeten von Thomas Bosch den Part zu übernehmen. Was ich natürlich auch gerne mache, weil ich ja auch Evolutionsbiologe von Herzen bin und mir das tatsächlich auch sehr wichtig ist, dort Wissen entsprechend zu vermitteln. #0:01:03-7#

I: Gab es denn so eine Art Vorbild-Events, an denen ihr euch orientiert habt? #0:01:36-8#

W01: Gar nichts. Das ist/ Die Grundidee war eigentlich der allgemeinen Öffentlichkeit das Thema Evolution vorzustellen und das Konzept, mit dem das am besten geht, wenn es um konkrete Projekte geht, wenn man halt etwas hat, was irgendwo etwas Persönliches darstellt, das heißt Forschung, die hier in Kiel auch stattfindet. Und dann ist es über die Jahre so ein bisschen gewachsen. Es wurde fortgeführt vor allen Dingen, weil es im ersten Jahr so wahnsinnig erfolgreich war. Man hat da gar nicht mit gerechnet, dass ein so großer Andrang da sein wird. Ich glaube es gab am Ende sogar mehrere Veranstaltungen im ersten Jahr. Da kann ich mich gar nicht mehr so ganz dran erinnern, das kann vielleicht Thomas Bosch besser berichten, oder Dirk Brandes. Aber/ Ach so, genau. Ursprünglich fand das im Zoologischen Museum statt und da hat man dann relativ schnell gemerkt, das ist viel zu klein, weil das Interesse so wahnsinnig groß war. Und darauf aufbauend hatten wir dann überlegt, wie kann man das umsetzen, wie kann man das interessant gestalten und vielleicht auch, kann man das Publikum vielleicht auch etwas stärker fokussieren. Und deswegen wurde es dann zu einer Veranstaltung primär für Schülerinnen und Schüler der Oberstufen aus Schleswig-Holstein. Das ist also auch schon eine Eingrenzung. Ursprünglich konnte eigentlich jeder kommen. Auch jetzt kann letztendlich jeder kommen, aber eingeladen und adressieren tun wir primär die Schülerinnen und Schüler aus der Oberstufe in Schleswig-Holstein. #0:01:39-9#

I: Ok. Ja. Dann gehen wir nochmal von der Idee zum Konzept. Das mit der Zielgruppe hätte ich sonst auch schon gefragt, das hast du ja schon angesprochen. Und was möchtest du als Mitveranstalter des Darwin-Tages bei den Schülerinnen und Schülern erreichen? #0:03:17-10#

W01: Vielleicht ganz kurz nochmal zum Konzept, weil mir da auch noch ein wichtiger Punkt fehlt. Wir hatten von vorherein auch immer die Idee, dass wir dann eine Person von Außerhalb einladen, um so

ein bisschen den Blick nach außen zu liefern und gleichzeitig dann aber zu präsentieren, was hier in Kiel an evolutionsbiologischer Forschung läuft. Und ich glaube das ist auch eine sehr schöne Idee. Man hat dann irgendwie jemand besonderen der von außen kommt und tatsächlich so ein bisschen so den Blick in die Weite liefern könnte und kann und auch immer sehr erfolgreich getan hat. Und gleichzeitig ist es so ein bisschen Werbung für die Kompetenzen und die Forschungsaktivität hier in Kiel.

Dann war die Frage, was wir erreichen wollen. #0:03:30-11#

I: Mhm. Genau. #0:04:11-12#

W01: Grundsätzlich wollen wir erreichen, dass letztendlich ein breiteres Verständnis für Evolution bei Schülerinnen und Schülern umgesetzt werden kann. Sagen wir mal anders, es sind mehrere Ziele. Also einmal, ein breiteres Verständnis für Evolution und dann aber auch Begeisterung wecken für das Thema Evolution. Und im dritten Punkt vielleicht sogar Schülerinnen und Schüler motivieren hier nach Kiel zu kommen, wenn sie sich halt für Evolution interessieren. #0:04:12-13#

I: Das heißt, wenn du die Ziele so auf eins fokussieren würdest, was dir so am wichtigsten oder am meisten am Herzen liegt, was wäre das so? #0:04:48-14#

W01: Würde ich immer sagen, Begeisterung wecken für Wissenschaft und Evolutionsbiologie. #0:04:55-15#

I: Und was ist auf inhaltlicher Ebene, so aus deiner Sicht als Mitveranstalter, besonders wichtig für die Schülerinnen und Schüler so mitzunehmen? #0:05:01-16#

W01: Inhaltlich mitzunehmen ist mir glaube ich am wichtigsten, dass sie grundsätzlich verstehen, dass Evolution ein universeller Prozess ist, der eigentlich fast überall in der Biologie anzutreffen ist und eventuell sogar auch außerhalb der Biologie. Und deswegen halt ein universeller Prozess ist oder universelles Prinzip ist, was grundsätzlich wichtig ist, zumindest für das Verständnis von Leben und Lebenswissenschaften. #0:05:08-17#

I: Ok. Dann hast du ja eben schon kurz auf das Programm einen Vorblick gegeben, sozusagen. Kannst du da nochmal genauer erläutern, wie du und dein Team, wie ihr das zusammengestellt habt? #0:05:42-18#

W01: Wir haben eigentlich schon von Beginn an gesagt, dass wir jedes Jahr ein spezielles Fokusthema innerhalb der Evolutionsbiologie uns auswählen. Und dass wir das auch jedes Jahr auch wechseln, um es für uns spannender zu machen, aber auch für die Schülerinnen und Schüler, die vielleicht mehrfach kommen, zumindest für die Lehrer und Lehrerinnen die mehrfach kommen. Aber vor allem auch, um es auch für uns spannender zu machen und wenn man ein spezielles Fokusthema hat ist es auch einfacher oder effizienter ein umfassendes Wissen zu vermitteln. Wenn man dann ein Thema von unterschiedlichen Seiten beleuchten kann. Und wir erhoffen uns, dass dann das was die Schülerinnen und Schüler mitnehmen das tiefgreifender ist, als wenn alles nur mal ganz kurz [angesprochen] oder verschiedene Themen immer nur sehr kurz angesprochen werden. Ich mein, wenn man dann zu einem Thema aus verschiedenen Perspektiven mit verschiedenen Hintergründen mehrfach etwas hört und dann ist die Wahrscheinlichkeit hoffentlich größer, dass dann zumindest so gewisse Grundkenntnisse, bestimmte Grundphänomene dann halt besser hängen bleiben. Wie gesagt, deswegen ist dann, nachdem wir uns ein Fokusthema uns ausgewählt haben, schauen wir/ Wir suchen natürlich immer nach einem Fokusthema, das wir hier in Kiel auch sehr gut abbilden können und haben aber schon mal in einer sehr großen Breite verschiedenste Themen der Evolutionsbiologie abdecken können. Nachdem wir das Fokusthema festgelegt haben, schauen wir dann, wen wir einladen können. Das ist eben auch sehr wichtig, dass wir das jemanden finden, der prominent sichtbar in diesem Bereich forscht. Muss natürlich deutschsprachig sein, weil die Veranstaltung auf Deutsch läuft. Aber suchen da schon und waren da auch eigentlich immer erfolgreich da jemanden einzuladen, der wirklich so weltweit an vorderster

Front an so einem Thema forscht und das dann hier vorstellen kann. Wichtig war uns da auch, dass wir da nach Möglichkeit auch eine Balance finden, dass zumindest die Hälfte der Jahre eine weibliche Person eingeladen wird, um auch gerade Schülerinnen klar zu machen, dass Naturwissenschaft etwas ist, wo man auch als Frau erfolgreich sein kann. Nachdem das festgelegt ist, schauen wir intern wen wir hier von unseren Kollegen ansprechen können und laden die dann entsprechend auch ein. Das ist eigentlich so die Strategie und auch da bemühen wir uns auch immer so mehr oder weniger ausgeglichenes Geschlechterverhältnis zu haben. Das hat jetzt so mit Inhalt nichts zu tun, aber aus meiner Sicht ist das schon sehr wichtig zu vermitteln. Dass das ja ein Thema ist wo auch Frauen (refüsieren?) können. Denn das ist mittelfristig, langfristig schon ein wichtiges Ziel, heute in den Naturwissenschaften auch ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis zu haben. #0:05:51-19#

I: Ok. Ja, dann habt ihr euch ja auch Vorträge von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen als Format entschieden. Welche Vor- und Nachteile hat das denn aus deiner Sicht und warum ist das passiert? #0:08:54-20#

W01: Ja, die Frage ist, was die Alternative ist. Wir wissen, dass wenn wir so viele Schülerinnen und Schüler erreichen wollen, können wir das eigentlich nur über Vorträge hinbekommen. Andere Möglichkeiten Wissen zu vermitteln sind dann einfach zu aufwändig. Wenn man dann irgendwie kleine Praktika macht, können wir das nicht schaffen. Da kann man in der Regel eine Hand voll, zwei Hand voll vielleicht erreichen und da einbeziehen. Im Moment können wir 1200 Schülerinnen und Schüler in den Hörsaal bekommen und das ist natürlich eine ganz andere Zahl. Deswegen gibt es eigentlich keine große Alternative außer Vorträge. Wir denken aber auch, dass Vorträge sehr gut sind. Der Vorteil der Vorträge ist, dass gute Dozenten, gute Redner haben da die Möglichkeit zu begeistern und letztendlich auch komplexe Inhalte mit Hilfe von PowerPoint-Präsentation anschaulich näher zu bringen. Was ist der Nachteil? Der Nachteil ist wahrscheinlich primär, dass so etwas wie Selbsterfahrung fehlt. Grundsätzlich lernt man besser oder behält etwas besser in Erinnerung, wenn man persönliche Erfahrung damit verbinden kann. Zum Beispiel, wenn man ein Experiment durchgeführt hat oder etwas Mal ausprobiert hat. Das fehlt hier natürlich. Für die Schülerinnen und Schüler ist das eher etwas Passives, aber wie gesagt, das ist der Kompromiss, weil wir halt eine sehr große Zahl erreichen wollen und weil wir aus der Vergangenheit wissen, dass da ein sehr, sehr großes Interesse ist und wir können im Moment auch etwas anderes gar nicht leisten. #0:09:04-21#

I: Ok. Ja. Genau. Dann ist meine Frage noch: Würdest du sagen, das ist auch das Besondere am Darwin-Tag, also auch im Vergleich zu anderen Formaten, vor allem Vortrags-Formaten? #0:10:49-22#

W01: Was das Besondere speziell am Darwin-Tag ist? #0:10:59-23#

I: Ja. Genau. #0:11:01-24#

W01: Also eine Besonderheit, die wir erreicht haben, ist, dass es tatsächlich ein sehr großes Interesse an diesem Darwin-Tag gibt und wir den größten Hörsaal der Uni tatsächlich immer füllen. Das heißt wir erreichen mit unserem Format an die 1200 Schülerinnen und Schüler. Und es gibt glaube ich, wenig andere Veranstaltungen, wo so viele erreicht werden können. Ein anderer Erfolg, den ich sehe, ist, dass wir über die Jahre versuchen zu lernen und zu verstehen, wie wir tatsächlich auch besser unsere Ziele erreichen können. Nämlich, dass wir Wissen vermitteln, dass wir begeistern. Und deswegen halte ich es für eine sehr wichtige Sache, dass wir auch mit dem IPN zusammenarbeiten und auch evaluieren, ob unsere Maßnahme Sinn macht und uns auch beraten lassen, wie wir die Vermittlung verbessern können. Dass eben nicht nur evaluiert wird, sondern, dass wir auch angefangen haben Unterrichtsmaterialien zusammen mit dem IPN zu entwickeln, die online stellen und Lehrerinnen und Lehrern die benutzen können. Das ist übrigens auch ein Vorschlag, der wiederholt von Lehrern und Lehrerinnen gekommen ist, den wir damit auch aufgenommen haben und wofür wir den Verdacht, den Eindruck haben, dass es tatsächlich zu einer nachhaltigeren Vermittlung des Wissens vom Darwin-Tag führt. #0:11:03-25#

I: Ja. Genau. Stimme ich dir überein. Dann habe ich noch gelesen, dass du ja ebenfalls eine kurze Einführung in das übergeordnete Thema gibst, des diesjährigen Darwin-Tages auf jeden Fall. Und welcher Gedanke oder welche Idee steckt dahinter? #0:12:29-26#

W01: Dahinter steht, den Besuchern des Darwin-Tages vielleicht nochmal kurz zu erläutern was die Ziele sind und was für uns auch eine wichtige Grundlage ist. Ich versuche eigentlich immer ganz kurz nochmal zu sagen wer Darwin ist, was Evolution ist. Und ich versuche dann immer noch kurz das Fokusthema vorzustellen und warum das ein wichtiges Thema in der aktuellen Evolutionsbiologie ist. #0:12:42-27#

I: Ok. Ja. Dann ist es ja so, dass viele der Vorträge auch gleichzeitig ein Teilprojekt sind von dem Sonderforschungsbereich zum Entstehen und Funktionieren von Metaorganismen. Werden da am Darwin-Tag explizit Bezüge zu diesem Sonderforschungsbereich hergestellt und wenn ja, an welcher Stelle würdest du sagen passiert das? #0:13:09-28#

W01: Auf jeden Fall wird es Bezüge geben. Wie gesagt, wir haben jedes Jahr ein anderes Fokusthema und wir versuchen dabei die Kompetenzen abzubilden, die es in Kiel gibt. Und dieser Sonderforschungsbereich ist sicherlich einer der Hauptkompetenzen, die wir im Bereich Evolutionsbiologie hier im Moment haben. Und wir haben dieses Jahr halt gezielt vier Vorträge von vor Ort, die aus dem Sonderforschungsbereich kommen und diese werden logischerweise automatisch in ihren Vorträgen auf den Sonderforschungsbereich Bezug nehmen. Ich weiß jetzt konkret nicht genau, wie das dann stattfinden wird, aber irgendwo im Rahmen des Vortrages wird darauf hingewiesen. Zudem werde ich auch in meiner Einführung etwas sagen über die Forschungslandschaft in Kiel und Umgebung und werde natürlich auch dort schon darauf hinweisen, dass dieser SFB, dieser Sonderforschungsbereich, eine sehr wichtige Rolle spielt. Ein weiterer Punkt ist, dass wir im Rahmen dieses Sonderforschungsbereichs ein sogenanntes digitales interaktives Poster entwickelt haben und diese Poster wird halt auch während des Darwin-Tages präsentiert und kann also auch genutzt werden und ausprobiert werden und hierüber erhoffen wir zusätzlich auch nochmal, dass Wissen vermittelt wird, aber da gibt es halt auch nochmal diesen sehr direkten Bezug zum Sonderforschungsbereich. Allerdings mit der Einschränkung, dass wir gerade nicht ganz genau wissen, ob das digitale Poster noch funktioniert. Es gibt da wohl gerade ein Problem und da sind wir gerade dabei das zu reparieren. Aber wenn es funktioniert, dann ist das ein weiterer Bezug zum Sonderforschungsbereich. #0:13:28-29#

I: Das heißt, hast du auch selber oder habt ihr so inhaltlich und formale Kriterien im Kopf gehabt, bei der Umsetzung und Planung des Darwin-Tages dieses Jahr, in Bezug auf den Sonderforschungsbereich? (...) Also ich meine damit, ob es dir sehr wichtig war, dass sich so eine Hand voll Kriterien am Darwin-Tag wiederfinden lassen. #0:15:13-30#

W01: Eigentlich nicht. Wir geben den Dozenten/ Also, wenn ich die Frage jetzt richtig verstanden habe. Wir geben den Dozenten eigentlich komplette Freiheit, dass sie das vorstellen, was sie meinen, was sinnvoll ist. So ein bisschen die Freiheit der Lehre, die jeder Dozent hat. Aber wir versuchen natürlich Dozenten auszuwählen, von denen wir wissen, dass sie in der Regel begeisternd vortragen und auch in der Lage sind, sich auf unterschiedliches Publikum einzustellen. Und das ist gerade hier beim Darwin-Tag sehr wichtig, dass man sich auf ein Publikum einstellt, was nicht die Fachkenntnis in der Tiefe hat, sodass man also nicht mit zig Fachtermini um sich werfen sollte, sondern versuchen sollte Sachen einfach zu erläutern und darzustellen. Das betrifft unsere Auswahl, aber sonst geben wir den Dozenten schon Freiheit, weil wir denken, dass durch die Auswahl der Dozenten wir schon die Ziele umsetzen können. Nämlich, dass die Inhalte des Sonderforschungsbereich oder grundsätzlich von diesem Fokusthema anschaulich vermittelt werden können und, vielleicht ein weiterer wichtiger Punkt, wir schon auch sehr unterschiedliche Aspekte vertreten haben. Also in diesem Jahr oder bei diesem Fokusthema haben wir sehr unterschiedliche Modellsysteme, die vertreten sein werden und in diesem Modellsystem werden auch sehr unterschiedliche Fragestellungen bearbeitet. Und deswegen erhoffen wir uns,

dass dort ein relativ umfassender Überblick zu diesem Fokusthema geliefert wird, der natürlich irgendwo zusammenhängt. Aber nichts desto trotz erhoffen wir uns davon, dass sozusagen ein etwas tiefer greifendes Verständnis bei den Schülerinnen und Schülern hinterher ankommt. #0:15:35-31#

I: Ok. Ja. Dann kommen wir schon eher zum Ende meines kleinen Interviews. Der Darwin-Tag ist ja jetzt 2009, also seit 10 Jahren an der Universität in Kiel. Wenn du da jetzt mal so zurückschaust, gibt es da etwas was dir sofort in den Kopf kommt oder irgendwas besonders Markantes? #0:17:22-32#

W01: An Themen oder/ (unv.)? #0:17:40-33#

I: An Themen oder/ Genau. Ja. #0:17:41-34#

W01: Es gibt so einiges. Wir haben schon so über die Zeit festgestellt, dass bestimmte Themen sehr gut laufen bei Schülerinnen und Schülern. Logischerweise in dem Alter noch das Thema Sex, was auch in der Evolutionsbiologie eine große Rolle spielt. Und natürlich Themen, die irgendwo auf den ersten Blick nicht offensichtlich sind, wo aber klar ist, dass das was sehr Wichtiges ist. Und das sind die Themen der letzten Jahre. So einmal hat das auch mit dem Metaorganismus zu tun. Ich glaube die meisten Schülerinnen und Schüler wissen gar nicht wie bedeutend und wie wichtig das Mikrobiom ist und das erfahren sie. Und das Thema was wir auch immer noch in den letzten Jahren hatten war die Evolutionsmedizin. Auch da ist den Schülerinnen und Schülern häufig gar nicht klar, wie wichtig Evolution für sehr viele medizinische Probleme ist. Andere Besonderheiten/ Für mich ist tatsächlich auch eine Besonderheit, dass wir versuchen mit dem IPN das Wissen besser zu vermitteln. Und dabei habe ich sehr viel gelernt, außerhalb meiner Komfortzone. Und das halte ich aber auch für sehr wichtig, denn letztendlich ist das Ziel, dass wir begeistern für Evolutionsbiologie und Wissenschaft und dabei auch Wissen vermitteln und es ist irgendwie klar, dass wir das wahrscheinlich mit den Vorträgen alleine nicht schaffen. Und diese Ergänzung, indem wir Lehrmaterialien entwickeln und zur Verfügung stellen ist fantastisch. Und meiner Meinung nach funktioniert das sehr gut und das ist, glaube ich, mittlerweile auch ein absolutes Alleinstellungsmerkmal was wir hier anbieten können. Eine andere Sache, die jedes Jahr immer wieder spannend ist und deswegen irgendwie zu diesen Besonderheiten dazugehört: Für uns Dozenten ist es etwas Besonderes ein so großes Publikum zu haben und auch ein so junges Publikum zu haben. Und das ist halt häufig nicht einfach. Wir hatten da in einzelnen Jahren Situationen, wo wir Schwierigkeiten hatten die Schülerinnen und Schüler zu bändigen. Wo es halt sehr laut wurde und die Aufmerksamkeit sehr stark nachließ. Und das ist dann schon eine sehr besondere Erfahrung, weil man dann natürlich schon überlegt, wie kann man das in den Griff kriegen. Und dazu gehören natürlich einige Maßnahmen oder einige Verbesserungen, die wir jetzt über die Jahre auch implementiert haben. Z. B., dass es halt die Unterrichtsmaterialien gibt und die SchülerInnen hoffentlich besser vorgebildet sind und dadurch auch die ganze Zeit eher dranbleiben. Wir haben mehr, etwas längere Pausen eingeführt und wir versuchen auch noch sorgfältiger die Dozenten auszuwählen, weil das natürlich auch sehr stark von der Vortragsweise abhängt, ob die Schülerinnen und Schüler mit am Ball bleiben. #0:17:44-35#

I: Ja, auch schon so eine Art von Entwicklung die das Format, aber auch du dabei so ein bisschen/ #0:20:28-36#

W01: Genau. Definitiv. #0:20:33-37#

I: Und jetzt nochmal ein Blick in die Zukunft. Wie siehst du denn das Veranstaltungsformat so in 5 Jahren oder wenn man noch weiter geht, in 10 Jahren? #0:20:35-38#

W01: Das ist eine gute Frage. Wir diskutieren da schon auch regelmäßig, ob wir irgendwas ändern sollten. Ich denke, wir werden mittelfristig erstmal bei dem Format bleiben, aus mehreren Gründen. Und zwar der Anfangsgrund bleibt bestehen, dass wir mit Vorträgen eine wesentlich größere Zahl erreichen können und das ist eben auch ein großes Anliegen von diesem Darwin-Tag, dass wir eben eine

größere Zahl erreichen können. Es gibt ja zusätzlich weitere Maßnahmen, wo wir auch kleinere Gruppen an Schülerinnen und Schülern dann erreichen oder auch interessierte Bürger. Aber dieses Format ist halt gerade gedacht, dass wir eine größere Zahl erreichen und da ist es halt schwierig ein anderes Format zu haben. Nächster Punkt ist, wir können nicht über den Zeitrahmen hinausgehen. Ich glaube ein halber Tag ist schon herausfordernd für Schülerinnen und Schüler und auch für interessierte Bürger. Auch die Länge der Vorträge, Pausen, die wir drin haben, da können wir eigentlich nicht das hochsetzen, weil wir damit alle überfordern würden. Und wir wollen glaube ich auch nicht mehr als einen Darwin-Tag pro Jahr veranstalten. Das ist auch etwas, was wir regelmäßig diskutieren. Der Darwin-Tag ist sehr attraktiv. Wir müssen immer sehr viele Schulen auch ablehnen. Aber ich denke sogar, dass das gerade sogar eine Stärke ist, dass wir diese Attraktivität beibehalten und dazu gehört halt auch, dass man dann eben ablehnen muss. Und wenn wir es zu häufig machen würden, dann würde sich das irgendwann zerlaufen und das Besondere würde verschwinden. Ich denke, dass wir versuchen könnten, über die Jahre, das was wir hier entwickelt haben, noch besser zu ergänzen, mit der Forschungswerkstatt. Dass man noch mehr Angebote hat, dass einzelne Klassen halt für bestimmte Themen nochmal an die Uni kommen. Da haben wir schon etwas entwickelt, aber das ist etwas, wo wir sicherlich noch mehr erreichen können, mehr Klassen, mehr Themen ansprechen können. Und eine andere Schiene, wo wir sicherlich/ Oder zwei andere Schienen wo wir sicherlich auch gerne das erweitern möchten ist, noch mehr Lernmaterialien zur Verfügung stellen und entwickeln. Und eventuell halt auch einen Teil der Vorträge oder der Themen noch besser im Internet präsentieren. Also so aufbereitet, dass Schülerinnen und Schüler oder der interessierte Bürger auch Zugang dazu finden kann. #0:20:43-39#

I: Ja. Du hast eben noch kurz andere Formate angesprochen, wo ihr eben auch mit der Gesellschaft beziehungsweise Bereichen auch zusammenarbeitet. Was gibt es denn da noch so für andere Formate? #0:23:14-40#

W01: Ja, die anderen Formate sind zum Teil halt genau die Angebote der Forschungswerkstatt. Also, dass da Schulklassen an die Uni kommen können und dann kleine Experimente zu einem ganz bestimmten Thema durchführen können und darüber dann auch etwas kennenlernen. Da haben wir bisher nur Module entwickelt zum Thema Modelorganismus und ja, das haben wir kombiniert mit Genetik und Evolution und zur Evolutionsmedizin, zum Thema Metaorganismus haben wir zum Beispiel noch nichts entwickelt. Da wäre sicherlich noch mehr machbar. Dann wiederum weitere Formate sind grundsätzlich Vorträge. Es gibt viele Dozenten, die halt, ja allgemeinverständliche Vorträge anbieten, in Schulen, aber auch im Rahmen der schleswig-holsteinischen Universitätsgesellschaft, die dann ja Dozenten in das ganze Land verschickt. Wir halten allgemeinverständliche Vorträge im Rahmen der Kieler Woche. Und ja, dann gibt es andere Formate wie die European Researchers' Night. Dann ist sicherlich eine andere, ein weiteres Format, das was wir jetzt mit dem IPN entwickelt haben, die Lernmaterialien, die Klassen nutzen können auch unabhängig vom Darwin-Tag oder der Forschungswerkstatt. Und auch das ist etwas, was wir schon seit vielen Jahren machen und da eigentlich eine tolle Zusammenarbeit mit dem IPN entstanden ist. Und ein weiteres Format, was mir jetzt noch schnell einfällt/ Ja, es gibt noch so ein paar weitere Maßnahmen. Zum Teil sind wir offen dafür, dass Schülerinnen und Schüler auch in unsere Gruppen kommen und darüber noch etwas mehr erfahren zu dem Thema. Aber das geht eben auch immer nur für sehr kleine Zahlen. Und dann ist es halt die Vermittlung unserer Inhalte über verschiedene Medien. Dazu gehören dann Pressearbeit oder auch Online-Materialien, Webpages und so weiter. #0:23:23-41#

I: Ok. Ja. Dann gibt es noch einen Punkt den du gerne loswerden möchtest oder irgendwas, was wir noch nicht so besprochen haben, aber sehr wichtig ist für den Darwin-Tag? #0:25:25-42#

W01: Ne, ich glaube ich habe alles irgendwie/ #0:25:36-43#

I: Untergebracht? #0:25:39-44#

W01: Untergebracht, auch wenn ich nicht danach gefragt wurde. #0:25:40-45#

I: Sehr gut. Ja, dann vielen Dank und dann sind wir am Ende angelangt. #0:25:42-46#

W01: Prima. #0:25:45-47#

(Ende des Interviews)

Interview Wissenschaftler*in 02 (W02) – Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

I: Würde ich das einfach mal starten. #0:00:00-0#

W02: Ja. #0:00:01-1#

I: Und die erste Frage stellen. #0:00:02-2#

5 **W02:** Mhm (zustimmend) #0:00:04-3#

I: Und zwar, wie ist es dazu gekommen, dass du am diesjährigen Tag vorträgst? #0:00:05-4#

W02: Da hat Hinrich Schulenburg mich eingeladen, mich gebeten teilzunehmen. #0:00:10-5#

I: Und wie wichtig ist es dir generell über Aspekte in der Forschung mit Teilen der Gesellschaft zu sprechen? #0:00:16-6#

10 **W02:** Mir ist es sehr wichtig. Ich habe allerdings jetzt noch gar nicht so viel Erfahrung, muss ich sagen. Ich habe schon Outreach-Sachen gemacht, aber es ist halt immer sehr, sehr zeitintensiv, also man muss sehr viel Zeit investieren und ja, daran ist es jetzt oft gescheitert, aber ich finde es sehr, sehr wichtig, dass wir besonders an Universitäten, wo wir/ Unsere Forschung wird ja letztendlich von Steuergeldern finanziert, dass wir davon auch was zurückgeben an die Öffentlichkeit. Und der Öffentlichkeit auch
15 verständlich machen, was wir überhaupt tun und was Wissenschaft ist. Das ist ja sonst immer so eine Black Box und das halte ich für sehr, sehr wichtig. #0:00:23-7#

I: Gibt es da so Vortragsformate oder irgendwas, was du regelmäßig dann auch mit der Gesellschaft sozusagen teilst? #0:01:06-8#

20 **W02:** Ne, tatsächlich gar nicht. Ne, nichts Regelmäßiges. Ab und zu immer mal was, aber regelmäßig soweit noch nicht. #0:01:12-9#

I: Ok. Und du sprichst ja jetzt vor Schülerinnen und Schülern am Darwin-Tag und was möchtest du mit deinem Vortrag bei dieser Gruppe erreichen? #0:01:20-10#

25 **W02:** Ja, das ist eine gute Frage, da habe ich auch wirklich jetzt sehr viel drüber nachgedacht. Ich bin gerade dabei, so ein bisschen das Konzept des Vortrages zu entwickeln und ich würde mich schon sehr freuen, wenn die Schüler am Ende meines Vortrags allgemein verstanden haben, woran ich forsche, warum das interessant ist und relevant, also auch signifikant ist. Und auch, dass ich ihnen, idealerweise würde ich es auch noch schaffen, noch ein bisschen zu vermitteln, wie Wissenschaft funktioniert, also wie wir arbeiten. Und dann noch mein spezifisches Modellsystem vorzustellen. #0:01:28-11#

30 I: Und wenn du das so auf ein Ziel garantiert/ Also so ein Ziel was du garantiert erreichen könntest, welches wäre das? Also wenn du das nochmal so zusammenfassen könntest. #0:02:13-12#

W02: Dann würde ich mich, glaube ich, das habe ich jetzt gar nicht gesagt, aber dann würde ich mich natürlich einfach freuen, wenn ich ein paar von den Schülern begeistern könnte für die Wissenschaft. Also dann, glaube ich, ist es am wichtigsten zu vermitteln, warum das interessant ist was wir machen und auch wichtig. #0:02:26-13#

35 I: Ja. Du hast eben schon ein bisschen auf inhaltlicher Ebene damit argumentiert. Was ist dir denn auf inhaltlicher Ebene besonders wichtig, was sie mitnehmen oder verstehen sollen bei deinen Themen? #0:02:43-14#

W02: Genau. Ja, tatsächlich das grobe Thema, also das allgemeine Thema. Ich glaube da darf man nicht zu ehrgeizig sein. Allgemein, also mein Thema, wenn ich das jetzt/ #0:02:52-15#

40 I: Du kannst auch gerne/ Ja! #0:03:05-16#

W02: /nennen kann, ist, in wie weit das Mikrobiom den Organismus auch schützt vor pathogenen Infektionen, also vor Krankheitserregern. Schützende Mitbewohner ist ja der Titel meines Vortrags und wenn sie das grobe Konzept dann am Ende verstanden hätten, das fände ich schon toll. Also und so viel weiter gehen meine Ambitionen gar nicht. Also ich werde natürlich auch mehr ins Detail gehen,
45 aber wenn sie einfach dann das im Kopf haben, also das Mikrobiom schützt uns vor Krankheitserregern und vielleicht noch, dass es unterschiedliche Wege gibt, wie sie das tun, dann wäre ich glücklich.
#0:03:06-17#

I: Ja. Dann bin ich mal gespannt auf den Darwin-Tag. #0:03:47-18#

W02: (Lachen) #0:03:51-19#

50 I: Und wie wirst du deinen Vortrag aufbauen? Hast du dir schon eine grobe Struktur da überlegt?
#0:03:52-20#

W02: Genau. Da habe ich jetzt eine grobe Struktur mir überlegt, mal gucken. Das kann sich quasi noch komplett ändern. Das ist immer sehr interessant, wie sich das so entwickelt, wenn man dann intensiver am Vortrag arbeitet. Also ich möchte erst das grobe Thema einleiten, das ist wie gesagt ‚In wie weit ist
55 das Mikrobiom wichtig, um uns vor Krankheitserregern zu schützen?‘ und auch dabei möchte ich die Frage überhaupt stellen, ‚Woher wissen wir das?‘. Das geht also so ein bisschen in die Richtung ‚Wie funktioniert Wissenschaft überhaupt?‘. Also woher wissen wir das? Was sind da die/ Ja, wie ist da die Beweislage? Und ‚Wie versuchen wir das jetzt zu unseren Gunsten zu nutzen?‘ sozusagen. Und dann werde ich den Schwung machen zu *C. elegans*. Also ich werde sagen, das ist halt allgemein das Interesse/
60 Also mein Hauptinteresse ist, zu verstehen, wie genau bestimmte Bakterien unseren Organismus schützen vor Krankheitserregern, was halt oft nicht bekannt ist. Und das erforsche ich nicht am Menschen und an der Maus, sondern an *C. elegans*. Und dann werde ich *C. elegans* einleiten kurz als Modelorganismus oder warum ich so begeistert bin von dem Modelorganismus und dann komme ich halt zurück zu meiner Forschung in *C. elegans* und meine Ergebnisse über Mikrobiotabakterien, die
65 den Wurm schützen vor Krankheitserregern. Da gehe ich so ein bisschen ins Detail, überfordere vielleicht so ein bisschen in diesem Teil, wenn ich wirklich meine Ergebnisse vorstelle. Zum Schluss würde ich dann gerne nochmal den Bogen zum Anfang sozusagen spannen und dann nochmal allgemeiner die Signifikanz oder wo uns das vielleicht hinleiten kann, die Mikrobiom-Forschung. #0:03:57-21#

I: Ok. Und weicht die Anordnung dieses Vortrages jetzt so von anderen Vorträgen ab, die du sonst hältst? Also hast du da speziell nochmal an die Zielgruppe gedacht? #0:05:53-22#
70

W02: Ja. Also auf jeden Fall. Das ist jetzt schon ein Vortrag wo ich auch die Slides und alles wirklich für den Darwin-Tag jetzt nochmal entweder ganz neu mache oder überarbeite. Es ist halt so, dass wenn man/ Die meisten Vorträge, die man hält, sind ja dann doch vorm wissenschaftlichen Publikum. Dann hat man ja doch mehr Leute in der Zuhörerschaft, die zum Beispiel, wo ich *C. elegans* überhaupt nicht
75 einleiten muss. Also weil unter Biologen das wirklich bekannt ist und das Model *C. elegans* führe ich so gut wie nie ein, jetzt in wissenschaftlichen Vorträgen und auch was das Mikrobiota-Thema angeht oder das Thema des schützenden Mikrobiota, würde ich auch nicht ganz so weit, so generell starten. Ich würde schon direkter, schneller zu meiner Fragestellung kommen, sozusagen. Also die Einleitung ist einfach weiter gefasst als ich es sonst tun würde, das auf jeden Fall. Und auch was die Ergebnisse
80 angeht, aus meiner Erfahrung hilft es oft gar nicht zu sehr ins Detail zu gehen, weil man dann irgendwann vor lauter Bäumen den Wald nicht mehr sieht, sozusagen wenn man die Leute überfordert mit Details. Und deswegen, aber das habe ich auch noch nicht so hundertprozentig durchdacht, werde ich, glaube ich, viel weniger Ergebnisse zeigen, aber dann dafür die wichtigsten und das ist aber dann alles angepasst an die Zuhörerschaft, hoffe ich. Also/ (Lachen) Hoffe ich, gut angepasst, aber das wird sich
85 dann zeigen. #0:06:06-23#

I: Ja. Und du hast eben dieses Begeisterungswecken als ein zentrales Ziel genannt. Spielt das denn in deinem Vortragsaufbau eine Rolle? #0:07:53-24#

90 **W02:** Ja, ich versuch das schon. Ich finde das tatsächlich das schwierigste da dran. Also ich glaube, man kann Begeisterung wecken in der Art wie man Vorträgt und über etwas redet. Das ist natürlich auch
95 sehr schwierig. Aber das kann man versuchen, dass die Leute merken, ja die brennt einfach für das was sie tut. Und was den Aufbau angeht/ Ja, ich hoffe natürlich, dass man, indem ich so breit anfangen und wirklich versuche Schritt für Schritt sozusagen die Schüler dann zu meinem spezifischen Thema zu führen, dass das dann einfach Interesse wecken wird. Weil hoffentlich dann auch mehr das Verständnis da ist. Ich glaube man muss sich da nochmal mehr als beim wissenschaftlichen Vortrag immer überlegen, was ist wirklich die Signifikanz und wo finden die sich auch wieder. Was haben sie vielleicht schon mal irgendwo gehört? Und ja, das muss ich vielleicht noch mal, fällt mir gerade auf wo ich es sage, noch mal so überdenken. Ich glaube, man kann am besten die Leute immer kriegen, wenn man irgendwas findet, wo man sagt, das haben die bestimmt schon mal, das kennen sie, das haben sie irgendwie schon mal gehört. #0:08:03-25#

100 I: Das heißt, du versucht denen auch einen Alltagsbezug explizit immer da herzustellen? #0:09:23-26#

W02: Ja. Genau. Ich meine [ein] Alltagsbezug ist ja tatsächlich bei dem Thema jetzt gar nicht so einfach. Aber zum Beispiel Antibiotika, das ist einfach sowas, das kennt jeder. Jeder in diesem Saal wird schon mal Antibiotika genommen haben und das hat ja dann wiederum einen Einfluss auf die Mikrobiota und so weiter. Oder auch Probiotika eventuell. Das weiß ich aber nicht, weil das oft/ Weil da habe ich eine schlechte Erfahrung mit gemacht, ich habe ja in dem Metaorganism-Journal/ #0:09:26-27#

I: Ja. #0:09:55-28#

W02: In diesem ‚Ich bin Meta‘ #0:09:55-29#

I: Ja. #0:09:57-30#

110 **W02:** Und da hat es mehr zur Verwirrung anscheinend geführt, dass ich angefangen hatte mit Probiotika. Also gibt ja diese Jogurts und Milchdrinks, wo es dann heißt ‚Frühstück für dein Immunsystem‘ und so weiter. Und dann dachte ich, das kennt jeder, damit kann sich jeder identifizieren, aber dann war wohl nicht klar in wie weit meine Forschung damit wirklich was zu tun hat. Und das stimmt natürlich, das ist vielleicht auch das Schwierige zu verstehen an Grundlagenforschung. Weil Grundlagenforschung ist ja nicht angewendet und ich mache ja reine Grundlagenforschung. Und wenn man mit sowas
115 anfängt und dann zum Schluss fragen sich Leute ‚Ja, aber die arbeitet doch gar nicht an diesen Probiotika‘. Also da ist mir aufgefallen, das ist mir dann nicht gelungen, dann zum Schluss nochmal zu sagen ‚Naja meine Forschung/ wir sind davon noch sehr, sehr weit entfernt, aber es könnte irgendwann mal dahinführen, dass man halt neue Probiotika entwickelt.‘ Deswegen bin ich da noch nicht so ganz sicher, in wie weit ich oder was ich dann tatsächlich reinnehme. Oder ich muss mich dann wirklich bemühen
120 am Schluss nochmal den Bogen besser wieder zurück zu kriegen zu dem Thema. #0:09:57-31#

I: Ich wollte nochmal auf die Anpassungen, die du vornimmst, nochmal darauf eingehen. Und wenn du so an den theoretischen Hintergrund denkst, also an Konzepte, Theorien oder Modelle die du in deiner Arbeit besonders/ auf die du schaust. In wie weit passt du die denn an oder erwähnst du die in deinem Vortrag? #0:11:11-32#

125 **W02:** Ja, auf jeden Fall. Also wie gesagt, die generellen Konzepte und Theorien erwähnen ich und die werden angepasst. Also ich werde einfach versuchen sie so einfach wie möglich oder so direkt wie möglich zu formulieren. Und, wie gesagt, ich glaube es ist einfach wichtig, dass man, also jetzt oberflächlich bleibt hört sich zu negativ an, denn es ist ja trotzdem möchte ich ja was von meiner Arbeit vermitteln und Wissenschaft ist immer komplex, es geht immer ins Detail. Aber ich glaube es ist schon
130 wichtig, dass man, wie soll man sagen, also einfach das generelle Prinzip nicht vergisst und dass man

das betont. Und das/ Ja, genau, das würde ich jetzt nicht unbedingt sagen, dass ich das groß anpassen werde, denn das Konzept, das generelle Konzept ist ja einfach da und dann ist eher die Art, wie man das ausdrückt und wie man dahinführt, das ist glaube ich ganz, ganz wichtig. #0:11:27-33#

135 I: Und bei deinen Methoden, die du anwendest, wie weit passt du das an, an die Zielgruppe? #0:12:34-34#

W02: Muss ich jetzt kurz drüber nachdenken, weil ich wie gesagt gerade erst dabei bin/ #0:12:40-35#

I: Ja. #0:12:47-36#

140 **W02:** /den Vortrag wirklich erst fertig zu stellen. Auf Methoden, ja, werde ich eingehen, aber es ist kein Fokus. Also auch da ist es mir wichtiger, dass sie verstehen, warum wir an diesem Modelorganismus in diesem System arbeiten. Das ist ja an sich eine Methode. Welche Methoden uns da zur Verfügung stehen, was jetzt die einzelnen Versuche dann angeht, da habe ich bei C. elegans jetzt das Glück, dass zumindest zu den Methoden, die ich vorstelle, dass die relativ verständlich sein werden. Also sagen wir es mal so, die Experimente, die ich ihnen im Vortrag vorstellen werde, haben hoffentlich einfach zu verstehende Methoden. Ich stelle jetzt nichts mit Transkriptomik vor oder Genomics, also
145 genomische Analysen oder so. Da bleibe ich bei den relativ/ Da ich auch noch am Anfang stehe mit meiner Studie, muss man ja auch mal sagen, habe ich da einfach Glück. Und das habe ich mir jetzt noch nicht überlegt, in wie weit ich da das anpasse. Ich hoffe einfach, dass es relativ verständlich ist.
#0:12:48-37#

150 I: Und bei den Ergebnissen, da haben wir ja eben schon drüber gesprochen, dass du dann da auch versuchst eben weniger beziehungsweise/ #0:14:04-38#

W02: Genau. Ich glaube bei den Ergebnissen ist es ganz, ganz wichtig, sich wirklich auf die aller, aller wichtigsten Sachen zu konzentrieren und da natürlich auch die Originalergebnisse zu zeigen, das finde ich schon wichtig. Also, dass man dann auch die Originalgraphen und so zeigt. Ich vermute aber, dass es dann der Part ist, wo dann die meisten entweder abschalten werden oder sich überfordert fühlen.
155 Ich werde natürlich mein Bestes geben, dass das nicht so ist, aber das ist ja sogar im normalen wissenschaftlichen Vortrag so, weiß man, dass im Mittelteil die meisten abschalten. Und ja, ich glaube deshalb ist einfach das Wichtigste, das man um Gottes Willen jetzt nicht, ein ganzes Paper, eine ganze Studie da die Ergebnisse runterleiert, sondern dass man sich auf die Key-Results, also auf die Schlüsselergebnisse konzentriert. #0:14:09-39#

160 I: Genau. Ja. Und könntest du dir vorstellen/ Also an welcher Stelle könnte man bei deinem Forschungsthema im Unterricht anknüpfen? Gibt es da überhaupt Verknüpfungen? #0:15:02-40#

W02: Jetzt ist das natürlich eine schwierige Frage für mich, weil ich jetzt überhaupt keine Ahnung habe vom Lehrplan, der/ Also meinst du jetzt mit praktischen Experimenten mehr/ #0:15:17-41#

I: Zum Beispiel. #0:15:29-42#

165 **W02:** /die man machen könnte? #0:15:30-43#

I: Oder vielleicht Themen oder so, also so in Richtung, wenn man/ Also über Antibiotika oder Probiotika wäre so/ #0:15:31-44#

W02: Genau. #0:15:37-45#

170 I: /ist schon gesprochen. Gibt es da Sachen, wo man so denkt, joa das ist eigentlich, das eignet sich auch, dass nur die Methode oder nur das Thema im Unterricht separat nochmal zu behandeln.
#0:15:38-46#

W02: Also auf jeden Fall das Mikrobiom-Thema an sich, ja. Das ist ja noch relativ neu. Ich denke nicht, dass es das schon in die Schulbücher geschafft hat. Und ich finde da könnte man wunderbar anknüpfen, auch in dieser, auch was Hygiene angeht. Also das wir ja für viele, viele Jahre oder Jahrhunderte, kann man ja sogar sagen, Bakterien eher als Keime bezeichnet haben, als Krankheitserreger und daraufhin ja Antibiotika entwickelt haben, Impfstoffe, Hygiene entwickelt haben, also, dass man sich andauernd die Hände wäscht und desinfiziert, was ja auch im Rahmen richtig ist, aber dann erst diese Erkenntnis gekommen ist, naja wir haben ja auch nutzbare, sinnvolle Mitbewohner und die werden natürlich dann gleichwohl, ja von den Medikamenten oder den Hygienemaßnahmen, also sind gleichwohl betroffen. Und dieses Umdenken, dass wir halt, ja, bakterielle Mitbewohner haben, die wir auch schützen müssen, sozusagen, weil sie uns wiederum schützen und positiv beeinflussen. Ich denke schon, dass man das bestimmt im/ Dann ist aber die Frage, in wie weit solche Themen überhaupt besprochen werden. Ich meine Immunologie oder Infektionsbiologie, Antibiotika/ Also, wenn ich mich, das ist natürlich lange her, aber an meinen Biologieunterricht erinnere, waren das ja so gar nicht/ Also deswegen müssen wir es tatsächlich wirklich separat machen, als AG oder Workshop oder sowas. Und Experimente haben wir ja auch hier in der Arbeitsgruppe schon viel gemacht. Wir haben ja auch ein paar Experimente mit *C. elegans* für die Schule entwickelt und man könnte natürlich das Thema Mikrobiom da schon auch miteinfügen. Aber dann braucht man Lehrer, der sich dann auch wirklich da einsetzt und für interessiert und sich mit *C. elegans* als Modell beschäftigen würde. Aber sonst/ Also die Infektionsexperimente zum Beispiel, die ich gemacht habe, wo ich also den Wurm infiziert habe mit einem Pathogen, der Nematoden spezifisch ist, das wäre total ungefährlich, das könnte man theoretisch in der Schule machen. Also das sind wirklich so einfache Experimente, dass man eine Kontrolle hat, wo der Wurm also nur infiziert, plus Futterbakterium oder er wird infiziert, plus Mikrobiota-Bakterium und dann sollte man sehen, dass die Würmer auf den Mikrobiota-Bakterium besser überleben, denn das ist ein Schwarz-Weiß-Phänotyp, also das heißt, der Unterschied ist so groß, dass ich davon ausgehen würde, dass man das auch in der Schule/ Aber wie gesagt, das wäre dann wirklich eine AG oder wie nennt man diese, ja AGs/ #0:15:49-47#

I: Ja, AGs. Aber manchmal gibt es ja auch so Themenwochen oder irgendwie/ #0:18:46-48#

W02: Genau. #0:18:49-49#

200 I: Ja, im Sinne, was war das denn, so außerschulische Sachen, wo man dann/ #0:18:50-50#

W02: Ja. #0:18:55-51#

I: /eine ganze Woche, eine Themenwoche mal hatte und dann/ #0:18:56-52#

W02: Genau. Ja. Ja. Aber setzt natürlich schon von dem Lehrer dann einfach sehr, sehr viel voraus, dass er sich da sehr einarbeitet. Und *C. elegans* kann man ja eigentlich einfrieren, also das könnte man auch theoretisch dann in der Schule aufbewahren, bis dann im nächsten Jahr nochmal so eine Themenwoche kommt. Also ich kann mir das schon vorstellen, dass das machbar ist, wenn man sehr motivierte Lehrer hat. Und nur als Thema allgemein, wie gesagt, kann man wunderbar besprechen. Und ja, ich weiß jetzt nicht, wo ich es einbetten würde. An welchen, ja und wann/ Dafür kenne ich die Lehrpläne nicht gut genug. #0:18:57-53#

210 I: Ja. Ja. Aber es ist ja schon mal gut zu wissen, dass es überhaupt auch machbar ist. Ich glaube, das ist der erste Schritt, sozusagen. Dass man halt das auch auf den Schulalltag beziehen kann. #0:19:38-54#

W02: Ja. #0:19:48-55#

I: Genau. Nochmal zurück zum Vortrag. Ich wollte nochmal nachfragen, wo siehst du so die größte Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler bei deinem Vortrag, dem zu folgen? #0:19:49-56#

215 **W02:** Für die Schüler größter/ Also wie gesagt, ich glaube das ist dann wirklich, wenn es zu den wissenschaftlichen Ergebnissen kommt, dass sie da/ Aber das liegt natürlich sehr an mir, wie ich das präsentieren werde. Aber, dass man dann einfach versucht dran zu bleiben und versucht dann auch vielleicht in dem Moment den Graphen wirklich zu verstehen, den man präsentiert bekommt. Und die Ergebnisse, ich glaube das ist wahrscheinlich das anspruchsvollste in dem Moment, also wenn es wirklich zu den wissenschaftlichen Ergebnissen kommt. #0:20:03-57#

I: Ok. Würdest du sagen, dass sie gewisse kognitive oder fachliche Voraussetzungen dafür haben müssen oder Grundwissen? #0:20:46-58#

225 **W02:** Ja, auch eine sehr interessante Frage. Also tatsächlich hilft es oder muss man oder hilft es ja enorm, wenn man es einfach schon mal gewohnt ist, sich Graphen anzugucken. Und auch, ich weiß, das macht man in der Schule ja, aber trotzdem jetzt so „basic“ Sachen wie ‚Das ist die y-Achse. Das ist die x-Achse. Was heißt das? Wie können so Graphen aussehen? Was gibt es für Graphen? Es gibt Boxplots.‘ und so weiter. Wenn man das natürlich alles schon mal gesehen hat, dann vereinfacht das natürlich das enorm, dass man einfach auf einen Blick es sofort versteht, wohingegen wenn man das wirklich noch nie gesehen hat, auch die unterschiedlichsten Darstellungen von Daten, dann wird es glaube ich, dann kann es schwierig werden. Das würde, glaube ich, enorm helfen, alleine, sich schon mal mit sowas auseinandergesetzt zu haben. Wie werden Daten in der Wissenschaft dargestellt. Und dann, glaube ich, hätte man wirklich schon mal so eine wichtige Basis. #0:20:54-59#

235 I: Ja, das ist ganz interessant. Wir haben ja eben schon über Interesse und Begeisterung wecken darüber gesprochen und ich wollte da einfach nochmal nachhaken. Also was sind für dich besonders interessante Punkte, die du auch so herausstellst von deiner Arbeit oder deiner Forschung? #0:22:05-60#

240 **W02:** Also das ist wirklich das Thema an sich, finde ich mega faszinierend. Ich komme halt aus der Immunologie, also ich hatte immer ein sehr großes an Infektionsbiologie und den, wenn man es jetzt dramatisch ausdrücken möchte, den Kampf zwischen Organismus und Krankheitserreger. Und ich finde es halt super, super interessant wie jetzt wirklich das Mikrobiom jetzt als dritter Spieler sozusagen, ja als dritter Mann ins Spiel kommt. Und zu verstehen wie das Mikrobiom uns wirklich ja hilft, um Krankheitserreger zu bekämpfen. Das ist für mich halt eine riesige, riesige Faszination, so das Thema an sich. Und dann wie gesagt *C. elegans* als Model. Das liegt mir immer sehr am Herzen, weil ich seit meiner Doktorarbeit daran arbeite und wirklich ein begeisterter *C. elegans* Forscher bin und ich glaube die Vorteile, das ist gar nicht immer so einfach zu erklären, aber zum Beispiel, dass man es einfrieren kann, das hatte ich, glaube ich, eben schon mal erwähnt auch für die Schule, aber sowas ist genial und ich denke mir das kann auch jemand verstehen der jetzt noch nicht in der Forschung selbst arbeitet, dass das einfach sehr praktisch ist, wenn ich in Urlaub fahren kann zwei Wochen und keiner muss sich um meine Kulturen kümmern. Und dann diese ganzen genetischen Tools, die wir zur Verfügung haben, also Tools/Werkzeuge in *C. elegans*, dass das von enormem Vorteil eigentlich ist. Also das wäre mir schon auch wichtig, die Begeisterung für das Thema an sich oder warum ist das Thema für mich jetzt allgemein interessant und dann nochmal *C. elegans*, so das würde ich mir wünschen, dass man das dann irgendwie versteht. #0:22:25-61#

I: Ja. Ja. Und in wie weit beinhaltet dein Forschungsfeld so Aspekte die kontrovers diskutiert werden? #0:24:25-62#

255 **W02:** Ja, auch eine interessante Frage, weil da bin ich nämlich direkt mal stecken geblieben als ich mir Gedanken über die Einleitung, also um diese Einleitung, die wie ich glaube, sehr, sehr wichtig ist, wie man das ganze einleitet. Denn ich hatte ja schon erwähnt, ich hatte im Anfang gedacht, so naja, ich glaube ich fände es sehr wichtig zu erklären, woher wissen wir überhaupt, dass uns das Mikrobiom schützt. Weil manchmal werden so Sachen ja vorausgesetzt in der Wissenschaft, weil man irgendwie so denkt es ist schon seit so vielen Jahren bekannt und klar, aber noch mal wirklich so zu vermitteln, wie haben wir Menschen das gelernt, das anscheinend das Mikrobiom uns vor Krankheitserregern

schützt. Also oder das Gegenteil, dass wenn das Mikrobiom dann nicht mehr da ist oder in einem nicht gesunden Zustand, dass wir dann anfälliger sind für bestimmte Krankheiten. Und das ist glaube ich, da bin ich auf einem ganz sicheren Feld und dann kommt es aber zu diesem Thema ‚Wie können wir das denn zu unseren Gunsten nutzen, dieses Wissen?‘. Also wie können wir vielleicht das Mikrobiom manipulieren, damit wir weniger anfällig sind für Krankheitserreger? Und das ist doch noch sehr, sehr kontrovers, also diese Therapien, die es da gibt, wie zum Beispiel die fäkale Mikrobiom-Transplantation. Und da habe ich aber dann jetzt auch gedacht, ja aber in wie weit soll ich, muss ich in diese Richtung gehen? Also da habe ich mich noch nicht ganz so zu entschieden. Das ist kontrovers in dem Sinne, dass es einfach, in manchen Fällen sehr effizient ist, in anderen Fällen ist es nicht effizient. Oder wenn man diese fäkale Mikrobiom-Transplantation, da gibt es mehrere Studien, die zeigen, es ist sinnvoll, den Leuten geht es besser. Und dann gab es eine Studie, die die Bakterien rausgefiltert haben aus dem fäkalen Transplantations/ aus der Suppe und es war genauso effektiv. Und ich habe das letztens mit einer Kollegin so besprochen, sie meinte so ‚Ja, ne, erwähn das gar nicht. Das ist viel zu verwirrend.‘. Also ich glaube, da muss man einfach aufpassen, dass ich dann wieder darauf besinnen, was ist die Hauptnachricht, die ich übermitteln möchte? Und daher, ja/ Wie du hörst, siehst, habe ich mich da noch nicht ganz so entschlossen. Denn Kontroversen, das gehört ja auch zur Wissenschaft, das gehört auch zum wissenschaftlichen Arbeiten sehr dazu, aber wie gesagt, man muss dann aufpassen, dass man die Schüler in dem Fall nicht zu verwirrt. Also dass man zum Beispiel was sagt und dann im nächsten Moment sagt, naja, aber das ist alles noch gar nicht bewiesen. Verstehst du so ein bisschen was ich sage? #0:24:35-63#

I: Ja. #0:27:41-64#

W02: Ich glaube, da muss man sich so ein bisschen für sich in dem Moment einfach entscheiden, was die Hauptaussage, also was man vermitteln möchte und dann kann man natürlich im Nebensatz sagen, das ist vielleicht noch umstritten. Weil wenn man dann zu sehr ins Detail geht, wie ich es gerade getan habe, mit den Studien, die dann das Gegenteil beweisen, dann wissen die Schüler am Ende des Tages irgendwie nicht mehr, ja was meinte sie denn jetzt. Daher weiß ich jetzt nicht, für den/ Aber wie gesagt, ich habe mich noch nicht entschieden. Das gehört zum wissenschaftlichen Arbeiten dazu, man muss nur einfach aufpassen, dass man zum Schluss die Schüler nicht zu sehr verwirrt und ja. #0:27:41-65#

I: Und dann vielleicht auch alles in Frage stellt, ne? #0:28:20-66#

W02: Genau. Ja, genau, dass die dann am Schluss alles wieder in Frage stellen, genau. Aber ja, also diese Therapie wirklich, finde ich, erwähne ich vielleicht wirklich noch mal am Ende, wenn ich den Bogen noch mal schlage, wie ‚Wo wollen wir überhaupt hin, auf lange Sicht, mit diesem Wissen?‘. Dass man dann einfach erwähnt, ja es könnte irgendwann helfen Therapien zu entwickeln und gerade sind wir noch an einem Punkt, dass wir oft gar nicht wirklich verstehen oder dass es noch keine gezielten Mikrobiota- oder wenig gezielte Mikrobiota-Therapien gibt. Das finde ich, das ist mir schon jetzt aufgefallen, dass das glaube ich schwierig ist. Muss man mit Vorsicht genießen, wie man Kontroversen/ Es ist ja auch wirklich ein kurzer Vortrag. Das sind ja 30 Minuten. Wäre jetzt anders, wenn man irgendwie eine Vorlesung hätte, wo man jetzt weiß, die kommen einmal in der Woche, da könnte ich vielleicht eine ganze Vorlesung nur Kontroversen widmen. Aber in so einem Vortrag finde ich muss man da vorsichtig sein. #0:28:22-67#

I: Ja. Beziehungsweise auch das so zu kommunizieren. #0:29:30-68#

W02: Genau. #0:29:32-69#

I: Und wissenschaftliche Erkenntnisse gehen ja auch mit einer bestimmten Unsicherheit einher, das ist auch, das geht ja auch in Richtung von kontrovers. Welchen Stellenwert hat denn Unsicherheit in deiner Forschung? Oder in wie weit spiegelst du das auch im Vortrag wider? #0:29:33-70#

310 **W02:** Ja, es gibt natürlich immer Unsicherheiten, das stimmt. Oder naja, beziehungsweise ich würde es eher sagen/ Unsicherheit würde ich jetzt mit meinen Daten, die ich jetzt vorstelle, gar nicht so verbinden. Also da ich schon, ich präsentiere nur Daten, wo ich mir sehr sicher bin, dass das auch replizierbar ist und auf sicherem Boden steht, also Daten, mit denen ich auf sicherem Boden stehe. Und was die anderen Daten angeht ist es eher so, dass es oft wieder **neue** Fragen aufwirft. Also dass man ein Ergebnis hat, was vielleicht nicht so eindeutig ist oder es unerwartet war und dadurch einfach eine neue Frage aufwirft. Aber so viel ins Detail habe ich gar nicht vor, in diesem Vortrag zu gehen, also was meine Daten so angeht. #0:29:50-71#

315 **I:** Ok. Ja. Ist spannend. Da kommen wir jetzt auch schon zum Schluss. Und zwar bin ich ja im IPN und auch mit diesem Kiel-Science-Outreach-Campus, wo wir uns explizit mit Wissenschaftskommunikation so auseinandersetzen, haben da eher so eine vermittelnde Rolle zwischen Wissenschaft und Schule. Und was würdest du uns so mit auf den Weg geben oder dir persönlich wünschen, dass so Wissenschaft und Schule noch besser miteinander verknüpft werden können? #0:30:47-72#

320

W02: Also ich finde ihr leistet da ja schon tolle Arbeit und ihr geht genau den richtigen Weg. Also ich habe ja auch die Lehrmaterialien gesehen, die ihr entwickelt habt und so und das ist natürlich toll. Jetzt hast du ja eben erwähnt, dass es oft die Lehrer dann doch gar nicht so wirklich nutzen, aber das ist es ja genau, dass ihr mit uns Wissenschaftlern versucht, Materialien für die Schule oder auch für Öffentlichkeit zu entwickeln. Es wäre natürlich vielleicht auch schön, wenn man dann, aber das macht ihr ja auch, dass ihr Wissenschaftler in die Schulen holt teilweise oder das ihr auch Projekte habt/ #0:31:14-73#

I: Genau, auch mit, so? Also als ein Teil? #0:31:58-74#

330 **W02:** Genau. Ja. Und ja, was ich mir allgemein, das merke ich auch, wenn ich mir hier die Bachelor-Studenten noch unterrichte, die ja noch frisch von der Schule kommen, würde ich mir glaube ich wünschen, dass auch so allgemeine wissenschaftliche Prinzipien noch stärker/ Was ich eben so ein bisschen meinte, wenn man zum Beispiel nicht vertraut ist mit, wie werden Daten dargestellt, in der Wissenschaft. Was ist gutes wissenschaftliches Arbeiten? Wie kann ich selbst überhaupt beurteilen, wenn ich eine Studie lese, ob die Daten aussagekräftig sind oder nicht. Das würde ich mir wünschen. Ich weiß halt überhaupt nicht, in wie weit das in den Lehrplänen und so/ Aber auch als Aufgabe an euch. Ich finde es natürlich wichtig und auch der einzige Weg, denke ich, interessante Themen sich auszuwählen und dann zu versuchen damit etwas zu entwickeln. Aber auch diese ganze Basis, also wie funktioniert wissenschaftliches Arbeiten und alles was ich eben gesagt habe. Das finde ich halt auch sehr, sehr wichtig und das darf nicht vergessen, denn sonst sind sie einfach dann zu überfordert, sobald man mehr ins Detail gehen würde. Und dann diese Denkweise, ok da heißt es jetzt, das Mikrobiom hilft uns Menschen bei der Verdauung oder so, aber woher wissen wir das überhaupt? Also was sind wirklich die Daten, die das zeigen und so weiter. Das fände ich schön und wichtig. Ist vielleicht zu ehrgeizig, weiß ich nicht. #0:32:01-75#

345 **I:** Aber ich kann mir noch vorstellen, dass das/ Also, es ist ja gut ehrgeizige Ziele zu haben und dann halt irgendwie als Lehrer dann noch mal den auch so herauszufordern, nicht das man halt immer das Gleiche noch mal macht so. #0:33:51-76#

W02: Ja, genau. #0:34:04-77#

350 **I:** Und das ist jetzt ganz interessant finde ich. Also könntest du dir vorstellen, dass man halt noch mehr Wissenschaftler dann so irgendwie in die Schule holt, dass die das erzählen oder mehr so Paper wirklich mal liest und sich das anschaut oder was hattest du da so gedacht? Das nennt sich ja so Nature of

Science, also zuschauen, wie wissenschaftliche Arbeitsweisen oder wie auch ein Wissenschaftler arbeitet oder so. #0:34:06-78#

W02: Ja, genau. Ja, mit Original-Papern ist das natürlich alleine wegen des Englisch herausfordernd. Das weiß ich nicht, in wie weit das wirklich realistisch ist, weil ich noch weiß, wie überfordert ich mich
355 gefühlt habe als ich die ersten Paper gelesen habe und da war ich schon älter, das war während des Studiums. Das müsste man so antesten, aber also einfach diese Arbeitsweise, dass man ja eine Hypothese hat und dann eine Gegenhypothese und ich glaube da könnte man schon Beispiele finden. Es gibt zum Beispiel wundervolle Paper, ältere Paper, ist ganz interessant aus den Siebziger, Achtziger Jahren, Neunziger Jahre teilweise auch sogar noch, die wirklich so kurz und direkt sind, denn leider
360 neigen viele Paper heutzutage dazu total überladen zu sein, also auch was Daten angeht und deswegen vielleicht diesen Rückschritt in die Vergangenheit, dass man/ Ja, da wäre es vielleicht möglich sogar mit Original-Papern zu arbeiten. Oder man müsste sie halt übersetzen, das ist ja sehr, sehr aufwändig. Ja, oder dass man einfach mit den Leuten, wie wir das auch im Bachelor-Kurs tatsächlich machen, die Studenten vielleicht mal selbst/ die Schüler, Entschuldigung/ vielleicht mal selbst motiviert dazu sich
365 ein Thema zu wählen und dazu mal zu versuchen eine Arbeitshypothese aufzustellen und dann mit denen zu erarbeiten, ja wie könnte man das denn jetzt wirklich angehen. Also wenn ich jetzt Wissenschaftler wäre, wenn ich ein Labor zur Verfügung hätte oder was auch immer sie machen wollen, das fände ich schon toll. Das geht natürlich schon relativ weit, aber jetzt für einen Biologie-Leistungskurs oder Chemie-, Physik-Leistungskurs, auch in so einer AG oder Vertiefungswoche, könnte ich mir das
370 schon vorstellen. Dann wirklich von ganz Anfang dieses, man muss ja eine Idee haben, das den Schülern selbst aufzugeben ‚Guck mal in den Zeitungen oder Themen die interessant sind. Versuch das alles auf eine Fragehypothese runter zu brechen. Und dann haben wir die Hypothese und wie würdet ihr jetzt versuchen das experimentell anzugehen?‘ Weiß ich nicht. #0:34:31-79#

I: Ja, interessant. Ja. Dann sind wir auch am Ende angekommen. Hast du noch irgendwie einen Punkt, den du gerne noch zum Darwin-Tag oder irgendwie irgendwas was du noch mal so berichten möchtest, was wir noch nicht besprochen haben? #0:37:14-80#
375

W02: Ne, ich glaube nicht. Allgemein, ja, freue ich mich selbst drauf. Ich glaube das ist eine ganz große Herausforderung auch für mich, weil ich jetzt in der Altersgruppe/ Ja ich glaube das ist eine relativ schwierige Altersgruppe und wie gesagt, ich hoffe einfach, dass ich ein paar Schüler begeistern kann und vermitteln kann warum die Wissenschaft so ein interessantes Feld ist. #0:37:25-81#
380

I: Ja, super. Dann vielen Dank. #0:37:57-82#

W02: Ja, gerne. #0:38:00-83#

(Aufnahme zunächst beendet)

W02: Ja, genau. Ich habe noch mal etwas vergessen. Und zwar betrifft das das Design der Folien. Da
385 habe ich mir auch überlegt, und deswegen designe ich die Folien, das hatte ich glaube ich auch erwähnt/ Ich habe ja erwähnt, dass ich die Folien tatsächlich für den Darwin-Tag entweder ganz neu designe oder verändere/ #0:00:00-0#

I: Ja. #0:00:23-1#

W02: /und in wie weit ich sie verändere ist vielleicht interessant. Und zwar versuche ich, so gut wie
390 gar keinen Text zu haben. Also das ist ja auch sowas, wo langsam, aber sicher so ein Umdenken ist, auch bei wissenschaftlichen Vorträgen. Dass man also versucht so wenig Text wie möglich. Aber bei so einem Vortrag mit Schülern, denke ich mir, bringen Text-Slides eigentlich überhaupt nichts mehr. Also man muss die eigentlich, auch dadurch, dass man ja sowieso so viel visueller aufwächst, sage ich jetzt mal, dass es immer wichtiger wird, sich Sachen auf YouTube anzugucken und so weiter, dass ich
395 wirklich versuche, genau, Text eigentlich sehr, sehr visuell zu machen. Noch stärker visuell als ich es

normalerweise machen würde. Ich versuche das immer, das ist aber einfach immer viel Arbeit und deswegen macht man es dann oft für wissenschaftliche Vorträge nicht bis zur Perfektion und dann mute ich meinen Kollegen auch mal ein Text-Slide zu und das versuche ich wirklich komplett zu vermeiden. Also kein Text. Mal gucken/ #0:00:24-2#

400 I: Ja. #0:01:35-3#

W02: /in wie es mir gelingt, mal noch stärker visuell zu arbeiten. Wie kam ich jetzt darauf? #0:01:36-4#

I: Aber hast du das Gefühl, dass die das dann mehr mitnehmen oder besser folgen? #0:01:43-5#

W02: Ja #0:01:47-6#

405 I: Oder wie kam dieser Entschluss? #0:01:47-7#

W02: Genau. Also ich glaube/ Also ich meine allgemein sollten ja Slides nur dazu da sein das besser rüberzubringen was du gerade erzählst. Also hoffentlich hören die Leute dir ja zu bei deinem Vortrag und die Slides helfen dir ja nur deine Sachen besser zu erklären. Und wenn immer Text ist, fangen Leute an zu lesen und hören dann eigentlich nicht mehr so gut zu oder lesen schneller als du sprichst.

410 Also das ist ja Allgemeinkonzept, nur wie gesagt, das ist jetzt gar nicht immer so einfach so konsequent auf Text zu verzichten, aber ich denke auf jeden Fall, dass man dann besser zuhört und besser folgen kann letzten Endes. Und wir sind ja visuelle Tiere. Also visuell kann man auch viele Sachen viel, viel einfacher vermitteln und hoffentlich auf einen Blick, dass man auf einen Blick etwas sieht. Ja, ich denke schon, dass es dann einfacher ist zu folgen. #0:01:50-8#

415 I: Ja. Ja und auch ganz interessant/ #0:02:56-9#

(Ende des Interviews)

Interview Wissenschaftler*in 03 (W03)

(Begrüßung und Einleitung)

I: /immer zwei mitgebracht, nur für den Fall der Fälle. #0:00:00-0#

W03: (Lachen) #0:00:02-1#

I: Falls eins ausfällt. Ich habe da neulich so eine Geschichte gehört. #0:00:03-2#

5 **W03:** Ok. #0:00:06-3#

I: (Lachen) Genau. Also meine erste Frage ist: Wie ist es dazu gekommen, dass sie am diesjährigen Darwin-Tag vortragen? #0:00:06-4#

10 **W03:** Gute Frage. Ich bin eigentlich Mitbegründer dieses Darwin-Tages und habe das vor vielen Jahren mit dem zoologischen Museum und dem damaligen Kurator Herr Dr. Dreyer haben wir anlässlich Darwins 250. Geburtstag, ist das glaube ich gewesen, eben uns überlegt, dass wir Darwins Gedanken vor allem in Schulen tragen wollen und das Museum hat solche Aktivitäten sowieso und dann haben wir uns beim sondieren dieser Aktivitäten ist das auf so viel Interesse gestoßen, dass wir das Audimax dann gemietet haben und der erste Darwin-Tag, ich habe die Jahreszahl vergessen, war ein unglaublicher Erfolg, aber auch chaotisch, weil wir überhaupt nicht vorbereitet waren auf diese vielen Menschen. Es war nicht nur der Audimax voll, sondern die Leute sind dann ins Zoologische Museum runter. Wir haben dann kurzfristig über eine Direktübertragung nachgedacht und das hat uns dann bestärkt in Schulen, diesen Tag regelmäßig stattfinden zu lassen und immer mit einem anderen evolutionsbiologischen Thema und Kollege Schulenburg hat dann dankenswerterweise die Rolle des Koordinators und Organisators übernommen. #0:00:15-5#

20 I: Ja, ganz spannend. Ich glaube es war 2009, wenn ich das richtig gelesen habe. Dann halt schon zum zehnten Mal, dass es stattfindet jetzt. #0:01:39-6#

W03: Ja, super. Das ist heute das zehnte Mal? #0:01:44-7#

I: Ja, genau. #0:01:46-8#

W03: Das muss man ja richtig feiern. Ja, super. #0:01:46-9#

25 I: Genau. Wie wichtig ist es denn Ihnen generell über Aspekte der Forschung mit Teilen der Gesellschaft zu sprechen? #0:01:48-10#

30 **W03:** Das hat für mich neben dem wissenschaftlichen Erkenntnisdrang, die zweitoberste Priorität. Ich denke, in der heutigen Zeit, dass wir, was auch immer wir entdecken, auch an die Öffentlichkeit tragen sollten und auch müssen. Was wir entdecken hat Konsequenzen für den Menschen, hat Konsequenzen für die Gesellschaft und ist in großen Teilen so komplex, dass ein nicht vorgebildeter Zuhörer hier kaum Zugang hat, obwohl es ihn betreffen wird, was wir finden. Und aus diesem Grunde ist es Aufgabe von Wissenschaftskommunikation Wege zu finden, wie können wir komplexe Inhalte aus der Wissenschaft dann tatsächlich in der Öffentlichkeit darlegen und damit die Öffentlichkeit zu einem kritischen Diskurs an den wissenschaftlichen Erkenntnissen mit beteiligen. #0:01:55-11#

35 I: Ok. Ja. Sie sprechen ja beim Darwin-Tag vor Schülerinnen und Schülern, was möchten Sie denn explizit mit dieser Gruppe, also mit dem Vortrag dann erreichen? #0:02:53-12#

40 **W03:** Ich möchte erreichen, dass die Schülerinnen und Schüler nach dem Vortrag wissen, dass Gesundheit, damit auch Krankheit, multiorganismisch ist. Dass wir aufgrund wissenschaftlicher Beobachtungen heute wissen, dass Körper von Pflanzen, Tieren und Menschen sich aus abertausenden von verschiedenen Organismen zusammensetzen, dass der Wirt, den wir sehen, der Mensch, die Pflanze, das

Tier, zusätzlich assoziiert und in symbiotischer Gemeinschaft mit abertausenden von Spezies lebt und dass dieses Zusammenleben entscheidend ist für Fitness im evolutionsbiologischen Sinn und eben für Gesundheit und Krankheit im eher medizinischen Sinn. Das heißt dann in einer Erweiterung, dass wir alles tun müssen A um diese komplexen Interaktionen die in so einem Metaorganismus, wie wir das
45 nennen, verstanden werden auf einer Grundlagenebene und dazu dient unser Sonderforschungsbe-
reich 1182. Ursprung und funktionieren von Metaorganismen, aber es heißt konkret auch für die jun-
gen Menschen, die dann in diesem Hörsaal den Vortrag anhören würden, dass sie vielleicht in dem
Bewusstsein den Hörsaal verlassen, ich kann aktiv etwas dafür tun, dass dieses sogenannte Mikrobiom
50 oder die Mikrobiota, die Gesamtheit aller Mikroorganismen die in und auf uns leben tatsächlich ge-
pflegt werden kann. Und drittens, das Bewusstsein wecken, dass wen diese Mikroben verloren gehen
und das tun sie in unserer westlichen Gesellschaft, dass das dann notwendigerweise und unverhinder-
bar mit dem Erscheinen von komplexen Erkrankungen, Allergien, Diabetes Typ 1 und 2, entzündlichen
Erkrankungen, neurodegenerativen Erkrankungen und auch Fettsucht verbunden ist. #0:03:01-13#

I: Das war ja jetzt vor allem inhaltlich so, dass dieses Bewusstsein schaffen/ Würden Sie sagen, dass so
55 andere Ziele wie Begeisterung für Biologie wecken, der Umgang mit Wissenschaftlern, dass das eben
auch eine sehr wichtige Rolle spielt? #0:05:10-14#

W03: Ja, das ist auch ein ganz wichtiger Aspekt. Ich denke, dieser Darwin-Tag und andere Aktivitäten,
die wir haben, um unsere Erkenntnisse in die Öffentlichkeit zu tragen, hat neben dem reinen wissen-
schaftlichen transportieren von Messages auch, ganz wichtig, die Aufgabe der Wissenschaft ein Ge-
60 sicht zu geben. Hier steht ein Mensch, eine Dame, ein Herr und der von dieser Wissenschaft berichtet
und in hoffentlich auch authentischer Art und Weise und auch kritische Fragen hoffentlich authentisch,
ehrlich und überzeugend oder auch selbstkritisch beantworten kann und damit den jungen Menschen
zeigt, das Wissenschaft von Menschen gemacht wird, dass das nicht irgendwas ist, was irgendwo hinter
verschlossenen Türen und geheimnisvollen Labors passiert, sondern dass Wissenschaft eben etwas ist,
65 was notwendig ist für das Weiterkommen jeder Gesellschaft und dass es wert ist, dieser Wissenschaft
vertrauen zu geben und auch Wissenschaftlern, die dann eben die Fähigkeit haben, in der Öffentlich-
keit zu sprechen, auch zuzuhören. #0:05:21-15#

I: Ja, spannend. Ich würde jetzt nochmal gerne auf den Vortrag, den Sie halten nochmal weiter einge-
70 hen. Wie werden Sie den denn aufbauen? Haben Sie da den schon fertig sozusagen? #0:06:28-16#

W03: Ja, ich rede so ein bis zwei Mal die Woche vor der Öffentlichkeit, von daher ist das für mich kein
großer Anhang. Auf der anderen Seite, wenn es dann so weit kommt überlege ich mir schon immer
noch am Tag des Vortrags kurz vor wem spreche ich heute und da verändere ich dann das eine oder
andere. Und mein Vortrag beim Darwin-Tag wird den Titel haben ‚Pflanzen, Tiere und der Mensch in
neuem Licht – Über das Funktionieren von Metaorganismen‘ und ich werde zunächst berichten, dass
75 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eben die Komplexität entdeckt haben. Dass Unsichtbares,
wird plötzlich ganz wichtig. Nämlich diese vielen kleinen Organismen, die in uns und auf uns leben. Ich
werde zeigen, dass in den letzten fünfzig Jahren, wir alles getan haben, durch unsere Lebensweise,
dass wir das Zusammenleben mit diesen kleinen Lebewesen, Symbionten, schwer machen, dass wir
viele verloren haben, dass wir aus diesem Grunde in der westlichen, aber auch zunehmend in der asi-
80 atischen Welt, eine Fülle von Erkrankungen haben, die wir als komplexe Erkrankungen, Kolleginnen
und Kollegen bezeichnen sie auch als die moderne Pest haben/ dass wir das konfrontiert sehen. Ich
werde dann darauf eingehen, dass das eben nicht auf den Menschen beschränkt ist. Wir denken an
Korallensterben und an anderes, das ebenfalls in den letzten fünfzig Jahren vorgekommen ist. Und ich
will dann ein bisschen ausschnittsweise zeigen, was wir bisher gelernt haben in den letzten Jahren, was
85 diese Organismen denn für uns tun. Und ein Aspekt ist, sie sind Teil unseres Immunsystems, sie schüt-
zen uns vor Pathogenen, das kann man wunderbar zeigen. Wenn die Kinder oder die Schülerinnen und
Schüler beim Zahnarzt waren und der Zahnarzt hat denen ein Antibiotika gegeben und dann merken
sie plötzlich, jetzt haben sie das Problem, dass sie möglicherweise Pilzbefall im Mund kriegen und das

90 haben sie normalerweise nie, wenn sie die Bakterien im Mund haben. Ich werde zeigen, dass das Mikro-
biom oder die Mikrobiota im Gegensatz zum Genom, der Gesamtheit der Erbsubstanz, manipulier-
bar ist, das heißt durch Ernährung, durch Lebensweise können wir da tatsächlich viel tun, dass unser
Mikrobiom in einem gesundheitsfördernden Zustand ist. Wir können unser Genom natürlich nicht ma-
nipulieren. Ich werde dann im letzten Aspekt auf den vielleicht spannendsten Teil der modernen For-
95 schung in diesem Gebiet übergehen, die sogenannte Darm-Hirn-Achse. Ich hatte gestern eine Stunde
mit der FAZ telefoniert zu dem Thema. Wir wissen heute, dass sowohl Bakterien bei Menschen im
Darm, bei anderen Organismen woanders, mit den Nervenzellen reden und dass das aber ein bidirek-
tionaler Austausch ist. Wir wissen aber auch, dass Nervenzellen mit den Bakterien reden und wenn
diese Kommunikation, dieses miteinander reden, gestört ist, dann haben wir zentralnervöse Verände-
100 rungen, Verhaltensveränderungen und auch in Reflexverhalten Veränderungen. Ein Reflexverhalten,
auf das ich wahrscheinlich eingehen werde, ist die Peristalsis im Darm, die funktioniert, wenn die Bak-
terien weg sind, nicht richtig, aber wir können sie wiederherstellen, auch in unseren Modeltieren,
wenn wir die Bakterien wieder dazugeben. Sodass ich eine weite Reise mache über die moderne For-
schung und was wir so wissen und ich will dann am Ende einen kleinen provokativen Punkt setzen und
105 fragen, die Schülerinnen und Schüler fragen, wenn das alles so ist, wie ich das jetzt gerade geschildert
habe, dann sollte sich jeder vielleicht mal fragen, was bin ich denn dann noch selbst oder was ist denn
das ‚Selbst‘, wenn ich zu neunzig Prozent aus Bakterien bin? Und ich habe mit einem Philosophen und
einer Entwicklungsbiologin vor kurzem einen sehr viel zitierten Artikel geschrieben zu dem Begriff des
‚Selbst‘ in Zeiten des Mikrobioms. Und wir kommen zu der Schlussfolgerung, dass die klassischen De-
110 finitionen des ‚Selbst‘ wie das Gehirn und das Genom oder das Immunsystem, dafür gab es mal den
Nobelpreis, dass jemand entdeckt hat, das Immunsystem schützt uns vor ‚Nicht-Selbst‘. Aber heute
wissen wir, Bakterien sind Teil, die sind ‚Nicht-Selbst‘, die haben ein anderes Genom, die schützen
unser ‚Selbst‘, also gehören sie eigentlich zu uns. Und ich will ihnen zeigen, dass diese moderne Wis-
senschaft heute doch auch vieles in Frage stellt, was wir so als gesichert ansehen und dass das Teil
115 eines ganz normalen Prozesses in der Wissenschaft ist, dass nichts in Stein gemeißelt ist, dass Paradig-
menwechsel stattfinden, dass Wissenschaft spannend ist, dass es neugierig macht und dass hier je-
mand steht mit grauen Haaren dem jeden Tag die Wissenschaft immer noch spannend macht. Und
wenn ich das vermitteln kann, gehe ich glaube ich ganz zufrieden nach Hause. #0:06:39-17#

I: Sehr gut. Ja, also würden sie sagen, dass ist so auch die bestimmte Rahmung, also diese moderne
120 Forschung, dass man auf so einer übergeordneten Ebene bleibt? Oder wie haben Sie Ihren Vortrag
quasi strukturiert? Also ist es so, dass Ihre Forschung da einen Teil von einnimmt und sonst die Einlei-
tung halt sehr groß ist oder dass Sie auf ihre Ergebnisse eingehen? Also wie ist denn der/ #0:11:40-18#

W03: Also ich weiß nicht genau, was Sie jetzt, worauf Sie hinauswollen. Aber der Vortrag ist sicher ein
übergeordneter Vortrag, der weit über das hinausgeht, was wir selber tun, aber ich bin in einer kana-
125 dischen Denkfabrik ein Fellow und bin es gewöhnt, die Dinge, die wir finden in einen größeren Zusam-
menhang zu stellen. Und das ist auch das was ich spannend finde. Einen Aspekt noch, den man den
jungen Menschen auch nebenher dann vielleicht noch zeigen kann ist, dass Wissenschaft heute nicht
in irgendwelchen Silos oder Departments oder Instituten abläuft, sondern dass Wissenschaft heute
interdisziplinär abläuft und dass wir heute mit dem Philosophen mit dem Anthropologen, mit dem
130 Mathematiker ganz eng zusammenarbeiten, um diese komplexen Zusammenhänge zu verstehen und
deswegen Bewusst der Ausblick auf diese eher philosophischen Fragen. Und das wir eben auch Unter-
stützung brauchen von professionellen Wissenschaftskommunikatorinnen und -kommunikatoren, da-
mit das dann da drüben auf der anderen Seite eben auch so ankommt. #0:12:02-19#

I: Ja, sehr gut. Ich hatte nämlich nochmal nachgefragt, weil gestern in dem Interview war es nämlich
135 eine ganz andere Herangehensweise. Da war es viel mehr auf die eigene Forschung, von Frau [Name
einer Wissenschaftlerin] und deswegen hatte ich nochmal nachgefragt. #0:13:05-20#

W03: Das ist auch glaube ich das reflektierte einfach auf das Lebensalter oder die akademische Erfahrung des Menschen und also, wenn ich heute noch ganz tief in meinem Reagenzglas stecken würde, dann hätte ich glaube ich etwas falsch gemacht, wenn ich nicht in der Lage wäre aus meinem Reagenzglas etwas hinauszudenken. #0:13:17-21#

140 I: Ja, wir sind ja eben schon darauf eingegangen, dass Sie vorher vor dem Vortrag nochmal schauen was die Zielgruppe/ Also weicht denn diese Anordnung dieses Vortrages jetzt von anderen Vorträgen ab, die Sie normalerweise vorm Publikum halten? #0:13:36-22#

W03: Ja, das hängt ab, ich habe natürlich sehr unterschiedliches Publikum vor mir. Ich komme am Donnerstagabend aus London zurück. Bin dort eingeladen am Francis-Crick-Institute einen Vortrag zu halten und das sind auch so 1500 Menschen. Aber das sind Wissenschaftler und da rede ich sicherlich ganz anders als vor Schülerinnen und Schülern. Und es macht mir besonders Spaß vor Schülerinnen und Schülern zu reden, ich bin auch in der Universitätsgesellschaft sehr aktiv und habe da auch schon über 100 Vorträge gehalten und da ist es auch ein Unterschied ob ich am Abend vor einem gesetzten und älteren Publikum einen Abendunterhalter spiele oder ob ich Vormittag vor 1000 Schülerinnen und Schülern denen versuche etwas Neues zu geben. Das heißt, wenn ich dann in Schulen fahre/ Mir fällt gerade etwas ein, ich fahre nämlich ans Johanneum in Hamburg und da muss ich noch zusagen. Wenn ich vor Schülerinnen und Schülern rede, dann wird das sicher ähnlich sein, wie ich das jetzt vor diesen Schülern mache. Also ich werde den Vortrag für schleswig-holsteinische Schüler nicht anders machen als für Hamburger Schüler. Oder ich bin aktiv in der Biologie-Olympiade tätig und der Preisträger der jeweiligen Biologie-Olympiade der darf immer, der Preis ist, dass die Organisation bezahlt ihm immer vier Wochen Aufenthalt in meinem Labor und auch da ist man dann immer ein bisschen anders, weil diese jungen Menschen haben dann schon ein Training hinter sich, die sind dann super in dem Feld drin und so weiter. Hier kommt natürlich der etwas noch schläfrige junge Mensch aus Dithmarschen angefahren mit dem Bus und denkt sich, was soll ich denn jetzt da tun und mein Lehrer hat mich da hingeschickt, also muss ich den Vormittag über mich ergehen lassen und die Herausforderung ist, auch diesen jungen Menschen dann Wow nach Hause zu schicken. So. #0:13:48-23#

150 I: Ich würde gerne nochmal auf diese Anpassungen mit der Zielgruppe weiter drauf eingehen. #0:15:46-24#

W03: (stoßartiges Ausatmen) Ok. #0:15:50-25#

165 I: (Lachen) Sind denn zum Beispiel die Theorien, Modelle oder Konzepte, die Sie dann nochmal anpassen, weiter dann ausführen zum Beispiel über den Metaorganismus, über die Modellorganismus/ Oder an welcher Stelle würden Sie sagen, weicht das so ab? #0:15:51-26#

W03: Die Abweichung ist ganz einfach zu beantworten, das ist die Art, das kann natürlich nicht jeder, das ist vielleicht Lebenserfahrung, aber die Anpassung ist schlichtweg, wie einfach wird die Sprache. Und wenn ich das Beispiel gebe, dass ich am Donnerstagabend in London bin, dann ist die Sprache sicher extrem wissenschaftlich fokussiert und da würde ich mich auch hüten zu allgemein zu werden, weil dann kommen die Fragen, wie tief wissen Sie denn überhaupt Bescheid. Und je ungebildeter, jetzt im wirklichen Sinne des Wortes, das Auditorium ist, desto mehr muss man sich versuchen in einer Sprache zu reden die es dem Publikum erlaubt mir zu folgen und die Herausforderung ist, das zu tun ohne dass man wissenschaftlich unkorrekt oder flach wird. Und also nur in Schlagworten den Stil von den Zeitungen mit den großen Buchstaben zu folgen, das ist kontraproduktiv, weil das hinterlässt dann immer ein schales Gefühl. Also die Herausforderung muss sein, so ein bisschen an die Überforderung zu gehen, aber das trotzdem in einer Sprache zu tun mit Bildern, ich arbeite ganz viel mit Bildern, mit Filmen in dem Vortrag und auch mit Krankheit. Ich habe gelernt in den letzten zwanzig Jahren, dass man den Menschen, den Zuhörer, den nicht fachspezifischen Zuhörer am besten erreicht, indem man bei seinem eigenen Körper anfängt. Und zum Beispiel fange ich an, ich werde eben den Schülerinnen und Schülern mein eigenes Mikrobiom zeigen. Studenten von mir haben das analysiert und haben mir

185 das geschickt und ich habe die Bilder davon und ich weiß, also was das Mikrobiom mir erzählt und so das gehört dann da so mit da rein, dass man die Menschen auch so ein bisschen persönlich und emotional erwischt. Das kann durch schöne Bilder sein, das kann durch kontroverse Bilder sein. Ich mache auch in der Vorlesung häufig/ Es gibt schrecklich Erkrankungen und Defekte und das ist schockierend, aber der Schock ist bewusst gesetzt um dann wieder mal aus der schläfrigen Wohlfühlrunde einen aufzuwecken und sagen ‚Oh Gott‘, ach das Baby hat zwei Köpfe. Wir verstehen heute, warum das Baby zwei Köpfe hat. So weiter und so fort. #0:16:05-27#

190 I: Das heißt, Sie werden auf jeden Fall den Alltagsbezug zu den Schülerinnen und Schülern herstellen. #0:18:28-28#

W03: Jaja. Jaja. #0:18:31-29#

I: Und wie weit kann man bei Ihrem Forschungsthema an den Schulunterricht anknüpfen? #0:18:32-30#

195 **W03:** Ja, das ist ein großes Bemühen natürlich. Da bin ich auch mit [Name einer Wissenschaftler*in] und [Name einer Wissenschaftler*in] (unv.) Sünde die liegengeblieben ist. / und Frau Kremer in Zusammenarbeit und wir haben gemeinsam diese, wie sie wissen, ‚Ich bin Meta‘-Zeitschrift entwickelt. #0:18:38-31#

I: Ja. #0:18:59-32#

200 **W03:** Als Material, wir haben diesen Film gedreht, diesen Comic-Film gemacht und ich habe mit Herr Bayrhuber damals, der ein Biologielehrbuch geschrieben hat. Der auch hier am IPN ihr Direktor war. Schon auch ein Kapitelchen über den Metaorganismus oder Holobionten in Lehrbücher geschrieben. Also das ist natürlich ganz wichtig, dass dieses/ Und ich mache tief mit an dieser NABU, naturwissenschaftlich-biologischer Unterricht, Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer, die immer im Herbst stattfindet und da mache ich in regelmäßigen Abständen eine Fortbildung sozusagen, damit das/ Es ist klar, dass wir einer Lehrerin oder einem Lehrer der vor zwanzig Jahren studiert hat, davon noch nie etwas gehört hat. Und deswegen, das ist wichtig, dass das auch in dies Schulmaterialien eingeht und dass das in die Bildung der Lehrerinnen und Lehrer mit eingeht. Ich habe immer wieder Lehramtsstudenten, die dann hier anfragen, ob sie ein Praktikum machen können, das finde ich eigentlich immer
205 sehr, sehr positiv. In den meisten Fällen trauen sie sich es dann aber nicht zu, weil sie zu wenig molekularbiologische Ausbildung haben und dann kommt es in manchen Fällen dann gar nicht zum tatsächlichen zusammenarbeiten. Ich habe aber ein paar Studenten, die mittlerweile sehr erfolgreiche Lehrerinnen geworden sind, Lehrerinnen und Lehrer geworden sind. Und eine junge Dame ist in Flensburg an einer sehr guten Schule, in einer leitenden Position und ein anderer Doktorand und der auch hat
210 promoviert bei mir ist mittlerweile im Speckgürtel von Hamburg unterwegs in einer Schule und also, da liegt mir viel dran und ich nehme auch gerade die Lehramtsstudenten sofern sie in unserem Einfachbiologiestudienweg überhaupt auftauchen dann durchaus auch sehr ernst und vielleicht kümmere ich mich sogar besonders um sie. #0:19:00-33#

220 I: Ja. Und wenn wir nochmal konkreter am Thema, sei es am Thema Metaorganismus, wo halt ihre Arbeitsgruppe auch forscht/ Wo sehen Sie da so Möglichkeiten, das auch in den Schulalltag direkt zu integrieren? #0:20:56-34#

W03: Ja, das kann man eigentlich direkt machen in, ich weiß nicht welche Schulfächer es gibt, aber Lebenskunde oder wie auch immer man das nennen will. Ich würde sowas an zwei Beispielen im Schulunterricht aufziehen. Einmal am Thema Ernährung, das Pausenbrot und was macht denn überhaupt
225 Ernährung. Unterschiedliche Ernährungsweisen haben unterschiedlichen Einfluss auf unsere Bakterien im Darm. Diese Zwischenspieler, Bakterien, sind entscheidend dafür, ob ich eine Anlage zur Fettsucht entwickle, also dickleibig werde. Und leider Gottes sind vierzig bis sechzig Prozent unserer deutschen

Schülerinnen und Schüler mittlerweile dickleibig oder obes. Und das zweite Thema ist mehr Einnahme von Medikamenten und Einnahme von Antibiotika und auch da kann man wunderbare Beispiele geben, wie diese Einnahme, sprich im Schulunterricht, wie diese Einnahme dann, welche Konsequenzen das alles hat. Und dieser Besuch beim Zahnarzt ist zum Beispiel so ein nettes Beispiel. Dass eben nach der Einnahme sich plötzlich unsere wichtigen Wächter im Körper, die nicht unsere eigenen Zellen sind, verändern. Also mit solchen praktischen Beispielen kann man das glaube ich, kann man das ganz gut machen. In wie fern sich das im Praktischen umsetzen lässt, in kleinen Experimenten, das/ Wir arbeiten mit keimfreien Tieren, das ist ein bisschen/ Das müsste man sich dann noch überlegen. Aber das wäre vielleicht in Zukunft auch ein Thema. Wir stellen unsere Modelltiere vielen Schulen zur Verfügung, in ganz Deutschland. Wir verschicken die. Aber die arbeiten eher an entwicklungsbiologischen Prozessen als an Metaorganismus-Aspekten. #0:21:08-35#

I: Ok. Und wenn wir auf Ihren Vortrag oder auf allgemeiner Ebene noch bleiben, wo sehen Sie so die größte Herausforderung für Schüler das so zu verstehen oder welches fachliche Grundwissen muss da sein? #0:22:56-36#

W03: Das ist eine komplexe Frage, die ich auch auf mehreren Ebenen beantworten will. Einmal, Schüler sind in unterschiedlicher Weise aufnahmefähig für diese Inhalte. Das braucht nicht zu sehr eine fachliche Vorbildung, wenn der Vortrag oder der Unterricht entsprechend verständlich gestaltet wird. Aber es braucht eine Aufnahmebereitschaft, eine Neugierde, für naturwissenschaftliche Zusammenhänge. Und diese Neugierde ist bei vielen jungen Menschen nicht, das was ich aus meinen eigenen Schulvorträgen kenne, eher nicht vorhanden. Das heißt eine Herausforderung für die Schule ist es, die jungen Menschen neugierig zu machen, dass in der Naturwissenschaft Biomedizinforschung ganz viel Neues passiert, was für uns wirklich sehr wichtig ist. Was vielleicht auch eine Berufsmöglichkeit für Menschen in Zukunft bieten wird. Aber man muss bereit sein hier eben zu investieren und man muss dann auch bereit sein chemisches und molekulares und mathematisch modellierendes Wissen aufzubauen. Um das dann hier mitzunehmen. Ich sehe jetzt mal das Extrembeispiel und das ist nicht nur positiv, um das gleich vorweg zu sagen. Das Extrembeispiel an den Gewinnern von der Biologie-Olympiade, ich hatte gerade jetzt im Sommer wieder einen hier, einen jungen Menschen, und der war unglaublich kompetent als Schüler und hat seine Sommerferien bereits ein Praktikum an einer Universität in Bonn gemacht und da wird er jetzt auch, glaube ich, Biochemie studieren und den zweiten Teil der Ferien hat er bei mir hier verbracht in Kiel, um im Labor fit zu sein. Er hat sich nach ein paar Tagen so fit rausgestellt, dass ihn mein Assistent ein eigenes Projekt gegeben hat und das hat er auch weitgehend selbstständig durchgezogen. Und wir arbeiten hier mit Viren und diese Viren befallen Bakterien und diese Bakterien ändern dadurch ihr Verhalten an einem Wirtstier. Also mitten in der Grundlagenforschung auf oberstem Niveau. Und dieser junge Mensch, als Schüler, kam am Morgen, saß selbstständig am Mikroskop, saß selbstständig an der Werkbank und hat das bereits vorangetrieben. Das ist ein Extrembeispiel, das ich nicht unbedingt nur positiv sehe. Wenn ich in Schulen unterwegs bin und dann bleibt noch Zeit für eine Tasse Kaffee mit dem Lehrerkollegium, dann weise ich immer darauf hin, dass ich als Schüler in einem fürchterlich, aber großartig konservativen Gymnasium aufgewachsen bin, in dem wir gar keine Biologie hatten. Ich war in einer Klosterschule, in einem Internat und habe dort Deutsch und Religion und Mathematik und Griechisch und Latein und Musik gehabt. Und Biologie gab es als super, super schmalen Kurs und am Ende gar keine mehr. Aber ich glaube diese Schulbildung, die ich dort bekommen habe, die hat mein ganzes Leben geprägt und auch meinen Lebenslauf als Naturwissenschaftler, der vielleicht ein bisschen erfolgreich geworden ist, durchaus maßgeblich beeinflusst. Das ist glaube ich die Herausforderung in einer Schule, sie muss natürlich auf der einen Seite die jungen Menschen bilden in der Richtung, dass sie fachgebildet sind und möglicherweise dann auch Interesse haben für die/ Wie nennen Sie das? /die MINT-Fächer, ja? #0:23:12-37#

I: Achso. Ja. #0:26:47-38#

275 **W03:** Und da sehen wir ein großes Defizit natürlich, an Studierenden, die aus der Schule jetzt kommen. Aber auf der anderen Seite hat die Schule einen ganz anderen Auftrag. Die Schule muss nämlich bilden und die Schülerinnen und Schüler in eine geistige Kompetenz versetzen, die es ihnen erlaubt, diese komplexen gesellschaftlichen Zusammenhänge, denen wir heute konfrontiert sind, tatsächlich zu verarbeiten. Und dann auch eigenverantwortlich dazu Stellung zu nehmen. Dass das alles ganz schwierig ist in einen Hut bringen und mit diesen engen Curricula-Vorschriften und solche/ Das ist alles klar. Aber am Ende des Tages, wie gesagt, steht hier ein Naturwissenschaftler, der aus einer Schule kommt, der die Biologie wenigstens eigentlich gar keine Rolle gespielt hat. #0:26:50-39#

I: Ja, spannend. Ich möchte als letzten größeren Punkt nochmal die Kontroversität, die auch schon so angeklungen ist nochmal thematisieren. In wie weit beinhaltet ihr Forschungsfeld Aspekte, die kontrovers diskutiert werden? #0:27:39-40#

290 **W03:** Das Feld ist komplett kontrovers und jeden Tag und die Dame gestern von der FAZ hat mich angerufen, um eben meine Meinung zu der Kontroverse zum Beispiel zu hören. Gibt es denn wirklich eine Interaktion zwischen Mikroben im Darm und dem Gehirn? Das Feld ist völlig neu, weil wir vor der Verfügbarkeit von Technologien, die wir hier anwenden, wie diese Hochdurchsatzsequenziertechnologie und Visualisierungstechniken eben diese Komplexitäten nicht gesehen haben und aus diesem Grunde jetzt plötzlich sehen. Aber viele Menschen sehen sie eben immer noch nicht und fragen sich, ist das denn wirklich so? Welche Schlussfolgerungen müssen wir denn daraus ziehen? Das ist der eine Teil der Schwierigkeit. Der zweite Teil der Schwierigkeit ist, dass viele andere Menschen, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sehen, wow, das ist ein neues Feld, lass uns dadurch aufspringen. Und da gibt es Möglichkeiten für relativ schnell sag ich jetzt mal ein Paper zu schreiben, einen Übersichtsartikel zu schreiben oder Geld zu akquirieren. Und so sehe ich, wenn ich bei der DFG in entsprechenden Entscheidungsgremien sitze, dann immer wieder Anträge kommen, die vollkommen deskriptiv sind, die jetzt einfach wissen, aha, ich muss das Wirt-Symbionten-Thema ansprechen und dann möchte ich dafür relativ viel Geld. Aber wo in dem Antrag nicht ersichtlich ist, wie man da eigentlich vorgeht, wie man vor allem mechanistische und kausale Zusammenhänge mit diesem Vorschlag, den man da gemacht hat, bringt. Und aus diesem Grunde ist die Kontroversität heut/ Es kam diese Woche ein ganz netter Artikel raus, in einem führenden Journal, ‚Hype or Hope?‘. Da ist ganz viel Hype/ Was ist das in Deutsch? #0:27:56-41#

I: Ja, so ein Aufschrei würde ich sagen, so Hype, so/ #0:29:50-42#

305 **W03:** Ja, also da ist ganz viel Blase und wenig/ Ist diese Mikrobiomforschung ganz viel Blase? Oder bietet sie Hoffnung für zum Beispiel zukünftige Therapie von Modernen Erkrankungen, die ich alle aufgeführt habe. Und das ist das Dilemma, in dem wir uns auch befinden. Und meine Antwort auf diese Schwierigkeit, dass wir immer noch ganz wenig wissen von dem Ganzen. Dass wir sehr zurückhaltend sein müssen mit allgemeinen Schlussfolgerungen. Und dass wir all unser Bestreben in der Forschung auf ein mechanistisches, kausales Verständnis legen müssen. #0:29:53-43#

I: Versuchen Sie denn diese Kontroversität auch in Ihrem Vortrag oder in dem was Sie auch zur Gesellschaft sprechen auch darzustellen explizit? #0:30:33-44#

315 **W03:** Das hängt auch wieder von dem Publikum ab. Wenn ich in dem Cricks-(Institute) bin in London, dann wird das sicherlich klar sein, dass man hier den Schwerpunkt setzen muss auf, dass wir hier ausschließlich auf Kausalität aus sind. Ich glaube es macht wenig Sinn bei Schülerinnen und Schülern anzufangen, Hallo ich rede hier ein Feld, was hoch kontrovers ist und was manche gar nicht glauben, sondern/ Aber wenn entsprechende Nachfragen kommen, dann ist sicher der Punkt gegeben, wo man darauf hinweisen muss, dass nicht alles was Assoziation und Korrelation ist, auch dann tatsächlich auch wichtig ist. Sondern, dass man wichtiges auch nur mit komplexen genetischen Experimenten rausfinden kann. #0:30:40-45#

I: Ok. Und gibt es da explizit Aspekte oder persönliche Erfahrungen, dass halt Leute das halt auch anzweifeln? Also Ihre Forschung oder das was Sie machen, dadurch durch diese Kontroversität, die dann aufkommt? #0:31:30-46#

325 **W03:** Nein. Also angezweifelt wird das eigentlich nicht, aber ich sehe in meinem eigenen Kerngebiet der Entwicklungsbiologie, die ich auch deutschlandweit eine Zeit lang geführt habe, als Präsident der deutschen entwicklungsbiologischen Gesellschaft, nicht, dass das angezweifelt wird, sondern, dass die Signifikanz nicht erkannt ist, ganz einfach. Ich würde sagen die Mehrheit meiner Kerncommunity macht immer noch das, was wir vor zwanzig Jahren gemacht haben und weigert sich, die Komplexität zu akzeptieren. Und es genügt heute nicht mehr das Gen eines Tieres oder einer Pflanze in seinem
330 Detail anzuschauen, sondern wir müssen das Gen und die genetische Ausstattung eines Organismus IMMER in Zusammenhang mit der Umwelt und die ist zum einen die mikrobielle Umwelt und zum anderen natürlich die äußerliche Umwelt, in Kalkül ziehen. Und diese Umwelt ändert sich und deswegen ändert sich auch der Phänotyp. Und das ist immer noch ein Randgebiet, sodass ich nicht von einer Kontroverse rede, sondern, dass ich eher wöchentlich mit vielen anderen Kollegen als Missionar unterwegs bin, um darauf hinzuweisen, dass wir diese Zusammenhänge allmählich und dringend sehr ernst nehmen müssen. #0:31:40-47#

I: Ja. Dann kommen wir auch schon zum Abschluss. Und zwar ist ja der KiSOC oder das IPN, wo ich auch beschäftigt bin, nimmt eher diese vermittelnde Rolle zwischen Wissenschaft und Schule ein. Was würden Sie denn uns persönlich wünschen oder mit auf den Weg geben, damit so Wissenschaft und Schule
340 noch besser verknüpft werden. #0:33:04-48#

W03: Ich würde mir wünschen, dass zum Beispiel Frau Professor [Name einer Wissenschaftler*in] und Sie und ihre ganzen Arbeitsgruppen, dass Sie den Weg fortsetzen, den Sie begonnen hat. Nämlich in einen ganz engen Austausch zu treten mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die Grundlagenforschung machen. Das ist ein besonderer Glücksfall hier in Kiel, den gibt es nicht an vielen Univer-
345 sitäten, dass es ein Institut für Pädagogik in den Naturwissenschaften was tatsächlich sozusagen mit-tendrin im hochaktuellen und wie wir jetzt auch lange ausgeführt haben, zum Teil auch kontrovers geführten Wissenschaft sitzt und teilnimmt A, am Entwickeln dieser Wissenschaft, aber eben gleichzeitig auch an dem Vermitteln und an dem nach außen tragen von dieser Wissenschaft. Und das ist auch für uns Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern von großer Bedeutung aus genannten Gründen. Wir brauchen eine Stimme, wir brauchen Methodik, die wir nicht haben, wie man so vorgeht. Aber ein Institut am Ort zu haben, das offen ist, das begierig ist, mit einem zusammenzuarbeiten/
350 [Name einer Wissenschaftler*in] ist Teil unseres Sonderforschungsbereichs, in der hoffentlich zweiten Periode. Das empfinde ich als einen großen Glücksfall und dafür bin ich auch dankbar. #0:33:21-49#

I: Ja. Sehr schön. Ja, dann sind wir jetzt am Ende von unserem Interview angekommen. #0:34:44-50#

355 **W03:** Perfekt. Super. #0:34:48-51#

I: Haben Sie noch irgendwas, was Sie zum Darwin-Tag/ #0:34:50-52#

W03: Ich glaube wir haben alles gesagt und die Zeit ist kostbar. #0:34:52-53#

I: Genau. #0:34:55-54#

W03: Ok. Vielen Dank. Super. Vielen Dank fürs kommen. Das machen Sie ganz toll. #0:34:55-55#

360 *(Ende des Interviews)*

Interview Wissenschaftler*in 04 (W04) – Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

I: Starten wir mal hier. #0:00:00-0#

W04: Sehr gut. #0:00:01-1#

I: Also, wie ist es denn dazu gekommen, dass du am diesjährigen Darwin-Tag vortragst? #0:00:02-2#

5 **W04:** Das ist eine lustige Geschichte. Ja, also die (Störgeräusch) ehrliche Geschichte ist die, dass John(?) keine Zeit hat. (Gemeinsames Lachen) Es ist leicht zu werden. Oh Mann. #0:00:08-3#

I: Ja und wie wichtig ist es dir generell über Aspekte deiner Forschung mit Teilen der Gesellschaft zu sprechen? #0:00:20-4#

W04: Hah, das ist natürlich jetzt eine gute Frage. Mit Aspekten meiner Forschung? #0:00:29-5#

10 I: Ja. Oder allgemein über deine Forschung zu reden, (...) mit Teilen der Gesellschaft. #0:00:34-6#

W04: Wie wichtig ist es mir? Also an sich/ Ja, das sind alles schon schwierige Fragen. Also ich sage mal so, also ich glaube, was mir wichtig ist, ist, mit der Gesellschaft zu kommunizieren, was wissenschaftliches Arbeiten ist. #0:00:40-7#

I: Ok. #0:00:59-8#

15 **W04:** Weil ich glaube das, vor allem jetzt gerade zu dieser Zeit ganz entscheidend ist, dass den Leuten klar wird, auch in dieser ganzen Frage, was ist ein Expert und so weiter, was ein wissenschaftliches Ergebnis ist und was Wissenschaft sein kann und was auch Grenzen von Wissenschaft sind oder was wir beim wissenschaftlichen Arbeiten untersuchen. Oder welche Methode/ Oder was wir unter wissenschaftlichen Arbeiten verstehen oder was ein wissenschaftliches Ergebnis ist. Das ist gerade/ Also,
20 dass es einerseits dadurch extrem wichtig ist. Und die andere Seite, die ich wichtig finde, ist, schön zu kommunizieren, an welchen Fragenstellungen wir arbeiten. Genau, das sind sozusagen so die zwei Sachen, die mir glaube ich wichtig sind auch mit der Gesellschaft zu sagen, so aktiv zu kommunizieren. #0:01:00-9#

I: Und wie häufig machst du das? Also wie häufig kommt das vor, dass du wirklich auch diese Teile
25 kommunizierst? #0:01:47-10#

W04: Ja, also dieses Jahr schon relativ häufig. Also so ganz groß im Durchschnitt würde ich glaube ich sagen, mache ich das mindestens einmal pro Jahr. Aber es wird in letzter Zeit häufiger. Also dieses Jahr mindestens schon zum/ Wir hatten in Plön schon mal einen Vortrag, einen öffentlichen. Das ist der dritte, der dritte öffentliche Vortrag dieses Jahr. #0:01:54-11#

30 I: Ok. Ja. Und du sprichst ja vor Schülerinnen und Schülern, was möchtest du mit deinem Vortrag bei dieser Gruppe erreichen? #0:02:16-12#

W04: Das ist eine gute Frage. Darf ich kurz nachfragen, wie alt sind die denn überhaupt? #0:02:25-13#

I: Oberstufe, also so zwischen 17 und 19, würde ich sagen. 16 bis 19. #0:02:24-14#

35 **W04:** Ja, also ich glaube [es] geht es wahrscheinlich auf das gleiche sozusagen zurück. Also ich denke es sind wahrscheinlich drei Sachen, die man abdecken kann. Also zum einen ist auch wieder dieses wissenschaftliche Arbeiten sozusagen. Dann ist es Neugierde am Thema zu wecken oder schon sozusagen, dass die was mitnehmen sozusagen. Das sie ja vielleicht etwas Neues lernen. Und ich denke dann schon auch/ Ich meine, weil man ja an der Universität ist und es schon auch Schüler sind, schon auch ein bisschen/ Man fungiert da schon auch ein bisschen als ein Beispiel oder Rollenmodell, was

40 man nachher als Studium oder vielleicht auch, wie man den Beruf zum Beispiel/ Also jemand als Beruf Wissenschaft hat. Also ich weiß jetzt nicht/ Also, wenn ich mich jetzt zurückversetze, hätte ich wahrscheinlich in dem Alter noch nie mit einem Professor sozusagen, den mal live sozusagen erlebt oder einen Vortrag gehört. Also ich denke, so ist das auch schon möglicherweise der erste Kontakt mit einer Person live, die jetzt sozusagen aus der Wissenschaft kommt. #0:02:40-15#

45 I: Ja. Und wenn du da noch mal so/ Wenn du es auf EIN Ziel quasi, das du unbedingt erreichen möchtest, was wäre das von den beiden oder den drei genannten? #0:03:48-16#

W04: Das kann ich so nicht/ Also das kann ich eher andersherum sagen, also was ich nicht erreichen will. (Lachen) Also ich denke, was ich nicht erreichen will, dass sich die Leute sagen wir mal abgeschreckt fühlen oder dass sie das als langweilig empfinden. Aber sagen wir mal so, ich denke, diese 50 Sachen zu erreichen, das hängt ja auch wahrscheinlich von der individuellen Person ab. Was weiß ich, wenn da jetzt eine Person schon was über das Mikrobiom gehört hat, dann wird die jetzt nicht Sachen dazulernen dadurch, dass ich jetzt davon was erzähle, aber bei einer anderen vielleicht schon. Also deshalb/ Sagen wir mal so, dass so viele Leute wie möglich etwas mitnehmen. Was auch immer das, aus diesen drei Bereichen vielleicht ist. #0:04:03-17#

55 I: Ok. Und was ist dir auf inhaltlicher Ebene besonders wichtig zu verstehen oder mitzunehmen? #0:04:48-18#

W04: Das ist jetzt eine gute Frage. So inhaltlich? #0:04:56-19#

I: Mhm (bestätigend) #0:05:01-20#

W04: So, das hängt jetzt auch ein bisschen zusammen, weil ich den Vortrag/ Also, weil der auch noch 60 nicht ganz fertig ist sozusagen. Oder weil ich da noch sehen muss, wie ich das so genau machen muss. Aber sagen wir mal so, dass die Leute oder die Schüler, ja, dass die Schüler vielleicht mit diesem Begriff Mikrobiom oder mit Bakterien einfach mehr anfangen können. Sagen wir mal so, dass sie ein Bewusstsein dafür haben, dass zum einen, was überhaupt ein Bakterium oder so ist und dass es Teil von unserem Körper ist und dass es was ist, an dem man aktiv Forschung betreiben kann und das auch sich auf 65 die Gesundheit auswirkt. Und dass durch einem/ Ja. Dass eine mögliche Manipulation des Mikrobioms therapeutisch zum Gesundheitsvorteil führen kann. #0:05:04-21#

I: Ok. #0:05:59-22#

W04: Vielleicht so. #0:06:00-23#

70 I: Ja. Ja. Und du hast ja gerade erwähnt, dass du noch dabei bist das vorzubereiten, aber kannst du nochmal einen Einblick geben, wie du deinen Vortrag aufbauen wirst? #0:06:02-24#

W04: Ne. Das kann ich jetzt tatsächlich noch nicht. #0:06:13-25#

I: Ok. #0:06:17-26#

W04: Weil das ist meistens erst zum Schluss so/ Also ich habe es gerade erst nochmal nachgeguckt, wer sonst noch so alles überhaupt spricht. Und ich glaube das wird gar nicht/ Ich muss mir das noch 75 ein bisschen überlegen, weil das/ Das ist ja so relativ nah auch so ein bisschen aneinander. Also ja, also so grob zum Aufbau. Es ist natürlich wichtig, dass/ Also mal sehen, wie es dann wird, aber an sich versuchen wir natürlich irgendwie generell zu versuchen, klar zu machen, um was es geht. Sozusagen. Also, dass die, wie ich vorhin gesagt hatte, dass die Fragestellung klar wird und dass der Bezug zum täglichen Leben klar wird oder zum Körper oder zur Gesundheit. Und dann denke ich, will ich schon 80 auch versuchen, ja, schon auch ein bisschen ins Detail zu gehen. Dann vielleicht ein Experiment oder sozusagen, dass es auch wieder rüberkommt, wie man experimentell sozusagen arbeitet oder was das jetzt heißt, wenn man jetzt so eine Frage hat wie, das und das adressieren kann und was dann auch so

ein Ergebnis dann bedeutet. Ja, wir haben eine halbe Stunde und das wird es wahrscheinlich schon sein. Und dann vielleicht zum Schluss, was das für Implikationen hat. Und im Idealfall, das wieder zum Anfang zurück. (Lachen) #0:06:17-27#

I: Ja. Ja. #0:07:34-28#

W04: Das werde ich jetzt nochmal sehen. #0:07:35-29#

I: Und weicht dieser Vortrag von anderen Vorträgen ab, die du sonst vor Teilen der Gesellschaft hältst? #0:07:37-30#

90 **W04:** Vor Teilen der Gesellschaft/ Puh. Also, ja. Also würde ich schon sagen. Also ich muss mir das jetzt nochmal so überlegen. Also Teile werden natürlich schon irgendwie ähnlich sein. Aber man lernt ja jedes Mal auch dazu. Und die/ Ja. Ja, man lernt jedes Mal dazu und deshalb versuchen wir schon immer so wieder ein bisschen besser so zu machen. #0:07:43-31#

I: Und kannst du da ein Beispiel geben, was du dir so überlegt hast oder was du halt jetzt ändern würdest? #0:08:15-32#

100 **W04:** Naja, sagen wir mal so. Die Zielgruppe ist ja schon eine spezielle. In der Respektive, dass die Leute jung sind, in der Perspektive, dass sie zur Schule gehen. Also, dass sie mit so Wissen und so/ Also, dass sie vielleicht schon/ Also sagen wir mal so, ich meine, ich würde mal schon sagen, dass sie, sagen wir mal, im Bereich der Biologie da jetzt ein überdurchschnittliches Wissen mitbringen, wie jetzt wo anders. Ja. Jung, überdurchschnittliches Wissen. Was ist sonst vielleicht noch/ Ja, also ich glaube die werde extrem aufgeregt sein, weil das/ Also ich weiß auch noch gar nicht, wie ich mir das so genau vorstellen soll, aber/ Das ist ja wie Klassenfahrt. #0:08:21-33#

I: Ja. (Lachen) #0:09:14-34#

105 **W04:** Also das ist ja eine Katastrophe eigentlich. Also da, ja, da wird wahrscheinlich/ Das Größte ist wahrscheinlich, dass an dem Tag keine Schule ist. (Lachen) #0:09:15-35#

I: Ja. Vielleicht. (Lachen) Genau. Ich wäre sonst noch auf die Anpassungen eingegangen oder bist du noch nicht so weit, dass du da sagen kannst, wo du also Ergebnisse anpasst zum Beispiel bei der Zielgruppe oder Methoden/ #0:09:24-36#

110 **W04:** Achso auf die Zielgruppe. Nein, also sagen wir mal so, vielleicht wird der Aufhänger irgendwie/ Ja, ich meine im Schulalter hat man einfach noch ein sehr unbeschwertes Leben. Gerade/ Also ich glaube, das ist so ein bisschen/ Ja. Ich meine, naiv sind die natürlich nicht, aber gleichzeitig schon naiv im Sinne vom Leben. Also ich meine die/ Was weiß ich. Als Schüler da lebt man noch Zuhause. Das ist eine sehr geschützte Welt. Ja, sagen wir mal, wenn wir jetzt mit so einem Beispiel oder so aus der Medizin oder so kommt, dann ist das so, dass wenn man da so einen öffentlichen Vortrag hält, dann identifizieren sich da oder haben die Leute da sehr leichten Bezug dazu. Das muss jetzt da jetzt vielleicht nicht so ganz der Fall sein. Oder dass man vielleicht/ Sagen wir mal so, ich glaube schon, dass eine große Anpassung ist, dass die Leute sich schon wirklich drüber sich bisschen die Sachen überlegen, weil das/ Also ich glaube als Schüler ist man schon dazu gewohnt, man lernt einfach. Es ist viel, viel Sachen. Aber, dass das was man da lernt, wirklich einen ganz realen Bezug zu unseren Realität hat, das ist was, was ich glaube ich schon/ Also ich weiß noch nicht inwiefern ich das jetzt da vielleicht einbauen kann. Aber das wäre schon was, was ich glaube, wo ich glaube eine bestimmte Herausforderung, bei dieser Zielgruppe, besteht. Aber wie macht man das jetzt? Ich glaube/ Und wie macht man das mit tausend Leuten? Das wird man/ Das muss ich mir am Wochenende noch überlegen. (Lachen) #0:09:41-37#

125 I: Ja. Ja. (Lachen) #0:11:17-38#

W04: Aber ja, ich weiß nicht, gibt es auch ein Nachgespräch? Treffen wir uns nochmal nach dem/
#0:11:19-39#

I: Das haben wir noch gar nicht/ #0:11:23-40#

W04: Gut. (Lachen) #0:11:25-41#

130 I: Haben wir noch gar nicht genau/ #0:11:25-42#

W04: Machen wir mal weiter, aber das wäre vielleicht schon/ #0:11:26-43#

I: Ja. #0:11:28-44#

W04: Das wäre vielleicht schon ganz lustig, das nach dem/ #0:11:28-45#

I: Auf jeden Fall. #0:11:30-46#

135 **W04:** Zusammen vielleicht auch nochmal zu besprechen. #0:11:30-47#

I: Ja, also ich glaube, wenn andere Vortragende auch dazu Lust haben, können wir das gerne mal machen. Ja. Und mir ist noch nicht ganz klar/ Also du meinst der Alltagsbezug spielt eine große Rolle.
#0:11:33-48#

W04: Ja. #0:11:44-49#

140 I: An welcher Stelle könnte man denn bei deinem Thema oder bei dir, bei deinem Forschungsgebiet einen Alltagsbezug herstellen? Also kannst du da ein Beispiel geben? #0:11:45-50#

W04: Ja, also/ Ja. Oder ich meine/ Ja. Oder so halb, sagen wir mal. Alltagsbezug oder Bezug zur Realität. Also ich meine, sagen wir mal so, Bezug zur Realität in dem Sinne, dass wir einfach, aus was unser Körper sozusagen besteht. #0:11:53-51#

145 I: Ja, verstehe. #0:12:12-52#

W04: Dass wir, wenn wir an den ganzen Körper denken und oft, so wie wir es in der Schule lernen oder sage ich jetzt mal so. Das ist natürlich nicht so, aber man ist so aus Knochen und Zellen oder eukaryotischen Zellen aufgebaut. Man hat Muskeln. Man hat Organe, die man lernt. Man hat die Leber und was weiß ich. Und da spielt halt jedes Organ halt so eine bestimmte Rolle und dann gibt es halt die Bakterien. Und ich glaube, dass das schon/ Dass wir jetzt gerade auch in einer interessanten Phase sind. Weil ich weiß nicht, inwiefern das jetzt schon im Schulbuchwissen sozusagen angekommen ist. Aber es ist mittlerweile sehr viel in der Öffentlichkeit ist. Aber das was in der Öffentlichkeit ist, eben auch durch/ Da kann ja eben jeder was sagen sozusagen. Und dass wir da jetzt schon/ Ja, ich meine, ist jetzt glaube ich schon so, wissenschaftlich schon auch so einen Auftrag haben sozusagen. Da zu sehen auch, was das bisschen so, wie wir das darstellen sozusagen. Aber, ja, das ist glaube ich schon so einen ganz konkreten Bezug, ich meine wir machen/ Ja. Also ich meine zum einen ist man natürlich auf/ Ja. Ich meine, sagen wir mal so, einfach so Sachen wie zum Beispiel das, was man täglich isst. Ja?
#0:12:13-53#

I: Ja. #0:13:26-54#

160 **W04:** Warum essen wir, ja? Oder was passiert mit dem, was wir sozusagen aufnehmen? Natürlich passiert da was mit unserem Körper sozusagen. Die Nährstoffe, die wir da rauskriegen. Aber was zum Beispiel wir essen hat extrem viel mit den Bakterien zu tun, zum Beispiel, die wir in uns haben. Ja. Oder auch so diese Frage dann auch/ Geht vielleicht auch so ein bisschen um keimfreie Tiere, wo ja diese Möglichkeit besteht, das wissenschaftlich dann/ Bakterien sozusagen ganz ohne/ Lebewesen ohne
165 Bakterien zu haben. Also ich meine, du weißt, wenn wir uns die Hände waschen, dann versuchen wir

auch Sachen sozusagen loszuwerden. Ja, also wir versuchen das ja schon so/ Wir putzen. Ja, wir versuchen ja auch schon so ein bisschen da auf das Gesamt-Mikrobiom, nicht nur das auf unserem Körper, aber auch, so ein bisschen Einfluss zu nehmen. Und das sind ja alles letztendlich tägliche Sachen, würde ich mal so sagen. Bei denen wir jetzt vielleicht nicht primär an Bakterien denken. Oder vor allem auch nicht an die guten vielleicht. #0:13:26-55#

170

I: Ja, ja. Genau. Sind das auch so Anknüpfungspunkte so für den Unterricht? Also was man im Unterricht noch mehr auch behandeln sollte? #0:14:28-56#

W04: Na gut, da bin ich ja kein Experte. (Lachen) Da kann ich nichts zu sagen. #0:14:37-57#

I: Ja, also ich habe nur gedacht, aus deiner wissenschaftlichen Perspektive so, würdest du sagen, dass das noch/ Oder wenn du im Umgang vielleicht mit Patienten oder Leuten, dass du da sagst, da fehlt irgendwie noch Wissen, da muss noch mehr so vermittelt werden und Schule wäre ein guter Ort dafür? #0:14:44-58#

175

W04: Ja, schon, also ich mein, also ich denke, dass/ Ja, also ich kann doch/ Ja, also ich denke/ Ja, dass zum Beispiel Bakterien an sich in der Schule behandelt werden, finde ich, halte ich für extrem wichtig Und also ich/ Ja, ich meine man erinnert sich natürlich im Nachhinein nur noch an so Bruchteile aus der Schulzeit oder so, aber/ Also ich wüsste jetzt zum Beispiel nicht so grob/ Also, wenn ich jetzt so ganz spontan sagen müsste, wo in meiner Schulzeit Bakterien vorgekommen sind, dann war es vielleicht mal beim Zellbiologie beim Aufbau. Das ist eine prokaryotische Zelle, das ist eine eukaryotische Zelle und das ist der Unterschied. Und dann war es vielleicht noch im Zusammenhang von Krankheiten einfach, dass man so ganz schrecklich, typisch so Bakterien so lateinische Namen wissen musste. Oder den Zusammenhang dann, was weiß ich, bei Impfungen oder so. Ja. Aber was/ Ja. Sagen wir mal so. Was ich mir vielleicht schon wünschen würde wäre, dass man einfach zumindest ein Verständnis oder ein Awareness sozusagen da ist für/ #0:15:00-59#

180

185

I: Bewusstsein. #0:16:13-60#

W04: Ja, genau. Bewusstsein sozusagen für die Bakterien in unserem ökologischen System, also im ganz großen und aber auch im/ Ja, auch wenn es um, was weiß ich, Natur geht oder so, aber auch im Kleinen. Und ich mein das ist ja/ Also, wir sprechen jetzt viel über das Mikrobiom, aber das ist ja auch schon Evolution hier und/ Oder der Darwin-Tag und Evolution spielt da ja auch eine wichtige Rolle. Und das ist zum Beispiel was, das weiß ich nicht, inwiefern Evolution an sich an der Schule behandelt wird oder inwiefern dann irgendwie ein Grundverständnis mitkommt. Also ich glaube auf jeden Fall, dass es da zumindest an Universitäten in der Lehre ein großes Defizit gibt. Deutschlandweit glaube ich jetzt mal. #0:16:14-61#

190

195

I: Ja. Also von der Schule kann nur sagen, dass die mittlerweile gibt es so Fachanforderungen sagt man dann immer. #0:16:55-62#

200

W04: Ja. #0:17:01-63#

I: Dass die komplett neu gestaltet worden hin, also in diesem Hinblick auf Evolution. Dass das ganze jetzt eine große Rolle spielt. #0:17:02-64#

W04: Ja, super. #0:17:09-65#

I: Und deswegen der Darwin-Tag jetzt glaube ich auch für viele sehr wichtig ist so. #0:17:10-66#

205

W04: Ok. #0:17:14-67#

I: Weil da eben Evolution so eine große Rolle spielt. #0:17:15-68#

W04: Ja, cool. #0:17:16-69#

I: Nur mal/ #0:17:17-70#

W04: Ja dann passt das. Ja ne, das ist ja schön, ich mein/ #0:17:17-71#

210 I: Das passt ganz gut da rein. #0:17:18-72#

W04: Ja, ist ja so. #0:17:19-73#

I: Nochmal auf deinen Vortrag zu kommen. #0:17:21-74#

W04: Ja. #0:17:23-75#

215 I: Was würdest du sagen, welche Teile könnten für Schüler oder Schülerinnen eine Herausforderung darstellen? Also was ist schwer zu verstehen? #0:17:23-76#

W04: Ja. Also wenn ich mal jetzt sozusagen, wenn ich mich jetzt versuche zurückzusetzen/ Also ich glaube, dass das an sich, diese ganze Tag, was total Untypisches ist. Und/ Ja. Es gab eine/ Die primäre Herausforderung ist schon mal/ Also zum einen, finde ich, halte ich/ Also ich glaube, das ist ziemlich viel, was da an dem Tag so ist und ich glaube die erste Herausforderung besteht schon mal, sich da überhaupt zu konzentrieren, was da vorne überhaupt abgeht. Und dann eine riesen Herausforderung halte ich, sich da einem halben, also dreißig minütigen Takt, an andere Leute, an andere Themen und so weiter zu konzentrieren. Dann, was ich bestimmt herausfordernd finde, ist Experimente oder Ergebnisse oder experimentelle Teile, weil zumindest/ Oder ich könnte mir vorstellen, dass/ Oder das ist zumindest, was ich aus meinen persönlichen Erfahrungen so ist. Dass das was ist, was ich schon eher an der Universität oder so gelernt habe. Ich meine in der Schule, da ist man eher mit Inhalten konfrontiert und jetzt aber nicht so sehr mit jetzt Daten auswerten oder was heißt es jetzt, wenn Graph bestimmt aussieht oder/ Ich glaub das ist schon so ein bisschen Herausforderung und ansonsten/ Ja, ansonsten müsste ich natürlich sonst genauer wissen, wie ich den Vortrag dann habe. Aber ich/ Ja. Aber ich glaube, sagen wir mal so, das fällt mir gerade dazu ein. Ja, aber ich glaube schon, also ich
220
225
230
235
mein, die ganz/ Ich war vor/ Letztes Jahr waren wir an der Schule in Bargteheide und da war ich zum Beispiel total überrascht. Das habe ich noch nie/ Also, dass die Lehrer nur noch mit Laptop sozusagen oder Beamer heutzutage machen. Also wenn ich an meine Zeit denke/ Dass man so zum Beispiel PowerPoint-Vorträge hält. Weiß ich nicht, in wie fern Schüler das gewohnt sind heutzutage. Vielleicht ist es heutzutage so, aber schon allein das ganze Format. Ja, ich mein, dass man sich konzentrieren muss. Ich mein, wahrscheinlich werden die Schüler auch/ Ja, ich weiß nicht, inwiefern man da so Spielen spielen kann, aber ich meine, dass ist jetzt keine Unterrichtsstunde, wo wahrscheinlich abwechslungsreicher gestaltet wird und dass man sich einfach so lange konzentriert. Und das/ Ja, würde ich mal so sagen. Ja, auch ohne, dass jetzt danach auch noch eine Arbeit geschrieben wird oder so. (Lachen) #0:17:32-77#

240 I: Ja, ja, genau. Ja. Zu der Schule kann ich auch noch mal sagen, das kommt ganz drauf an. Manche sind da total gut ausgestattet und andere Schulen gar nicht. Also da ist glaube ich noch ein sehr Ungleichgewicht. Manche bekommen eben viel Geld und manche haben eben nicht so viel Geld zur Verfügung und dann müssen sie gucken, wie sie so da/ #0:20:06-78#

W04: Aber das ist halt jetzt Ausstattung. Das ist ja nur ein Teil. #0:20:26-79#

245 I: Ja. #0:20:30-80#

W04: Also manchmal/ Also ich würde sagen, also vielleicht sogar noch der am leichtesten lösbare Teil. Die ganze andere Sache ist ja/ Ich meine, ich könnte mir schon vorstellen, dass es als Lehrkraft ja auch/ Vielleicht will das ja auch nicht jeder. #0:20:30-81#

I: Ja, genau. #0:20:42-82#

250 **W04:** Will das nicht jeder und dann kann jeder jetzt so einfach so mit PowerPoint umgehen oder so, weil das ja/ Ich mein, wir sind jetzt wahrscheinlich die Generation, die auch durch PowerPoint gelernt hat, sozusagen. Aber da gibt es ja auch eine ganze Generation, die nicht durch PowerPoint selber gelernt hat. #0:20:43-83#

I: Stimmt. #0:20:58-84#

255 **W04:** Wo das ja dann neu lernen müsste. Also das/ #0:20:58-85#

I: Ja. Das stimmt. Und was ist aus deiner Sicht, was könnte so Interesse an dem Forschungsthema wecken? Was sind so Teile oder inhaltlich, was könnte interessant sein für die Schüler? #0:21:01-86#

W04: Ich glaube schon, dass/ Gut, da gehe ich jetzt vielleicht auch wieder von mir aus. Na, was ist spannend. Ich meine an sich, glaube ich, was spannend ist, aber ich glaube nicht, dass Schüler das begreifen, das wäre vielleicht sowas was interessant wäre herauszufinden, also je nachdem, wie ich das einbaue, aber dieses Potenzial, das da wirklich dahintersteckt. Also, dass man/ Ja, ich meine, wir hatten dieses Beispiel, dass zum Beispiel/ Ich meine, es ist ja so, dass wenn jetzt Mäuse durch die Mikrobiota, dann wird die Maus übergewichtig oder nicht. Also das es dieses enorme Potenzial gibt, über die Mikrobiota so ganze Phänotypen sozusagen zu verändern. Ich glaube, was ich an dem Punkt dort einfach extrem spannend finde, ist einfach diese/ Also das finde ich immer am spannendsten, ist bei diesen ganzen oder bei solchen auch so menschlich oder Gesundheitsthemen ist, dass man ja wenn, dass es jetzt da um was abstrakt geht, was da auf der Folie ist, aber was ja jetzt momentan in uns sozusagen stattfindet und ich glaube diese, wenn wir das vielleicht schaffen, das noch einfach ein bisschen mehr vielleicht hinzukriegen, dass, ja, dass sozusagen das Bewusstsein, dass es einfach nicht nur Buchstaben auf Papier sind, sondern, dass wir einen Prozess beschreiben, der in uns gerade stattfindet, der in Lebewesen seit tausenden von Jahren stattfindet, der sich immer noch verändert. Dass das nicht gegeben ist, ich glaube das ist auch noch was, was zum Beispiel, oder zumindest in meiner auch Erfahrung, ich denke schon auch noch mal einen riesen Unterschied ist, dass man eben in der Sch/ Oder, also ich weiß nicht, das ist/ Also ich sage es nur noch mal von mir sozusagen. Aber es bestimmt heute in der Schule alles viel besser, aber sagen wir mal so, wenn so, es gibt ja schon leicht das Denken, das ist richtig und das ist falsch und so sieht was aus. Das sozusagen so Sachen so definiert sind. Und dass das, je tiefer man in ein Fachgebiet reinkommt, desto mehr merkt man, dass diese Sachen eigentlich sehr verschwommen sind. Und das natürlich Worte und Definitionen und so weiter auch nur Hilfsmittel sind, um Sachen zu beschreiben, die wir in ihrer Gänze noch gar nicht irgendwie verstehen. Und ja, dass wir einfach da jetzt vor einem Phänomen stehen, dass wir alle eigentlich selber noch nicht verstehen, aber trotzdem noch, ich meine schon sehr viel jetzt darüber wissen. Und da einfach daran arbeiten, um mehr herauszufinden. Genau. Aber das ist glaube ich schon, ich glaube, das ist eine Herausforderung, weil als Lernender will man ja was ganz konkret haben. Da will man sagen, ja wie ist das jetzt und dann will ich so wissen und dann kann ich so die Klausur bestehen, sagen wir mal. Und das ist halt leider nicht so in der Realität. (Lachen) (unv.) #0:21:16-87#

I: (Lachen) Ja, genau. Und in wie weit beinhaltet dein Forschungsfeld Aspekte, die so kontrovers diskutiert werden? #0:24:04-88#

W04: Extrem kontrovers. Ich mein diese ganzen Mikrobiom-Geschichte. Ich meine die Tatsache, dass es Probiotika, Präbiotika zu kaufen gibt, die keine klinischen Studien unterlaufen sind. Tja, ich würde sagen extrem kontrovers. #0:24:15-89#

I: Und versuchst du das auch so darzustellen? Also diese Kontroversität oder dieses Kontroverse? #0:24:33-90#

W04: Glaube ich nicht. #0:24:40-91#

I: Und warum nicht? (Lachen) #0:24:42-92#

295 **W04:** (Lachen) Weil ich dazu keine Daten selber generiere. #0:24:42-93#

I: Mhm (unzufrieden) #0:24:51-94#

W04: Weil, also ich, ja/ Ich habe schon den Eindruck, dass ich dazu natürlich einen anderen Zugang, sagen wir jetzt mal, jetzt habe, als jemand der so, was weiß ich, Biologieschüler ist. Aber ich meine die Sachen, also, ja/ Ja, das gehört natürlich schon irgendwie zu meinem Fachgebiet, aber das ist nicht
300 dazu, zu dem ich Experimente mache. Und dann würde ich das jetzt auch nicht in so einem Vortrag/
Was weiß ich, wenn wir uns unterhalten, dann kann ich dir meine Meinung sagen, aber wenn es jetzt
vor tausend Leuten und da jetzt/ Ne. Ne, also wenn ich/ Also ich hätte kein Problem damit, eine Kont-
roverse aufzumachen und darüber dann das ganze Thema zu machen, aber dann würde ich auch meine
eigenen Daten haben, die von mir generiert wurden und deshalb genau weiß wie die zustande kom-
305 men und die Kontroverse dann auch ein bisschen lösen oder den einen oder anderen sozusagen Weg
zeigen. Aber deshalb, genau/ Aber das ist bei mir nicht der Fall. #0:24:52-95#

I: Und nochmal bezogen auf den Darwin-Tag/ #0:25:50-96#

W04: Ja. #0:25:52-97#

I: Ich weiß, das ist alles noch, du bist noch ein bisschen in der Erarbeitungs-Phase, aber in wie weit gibt
310 es da so kontroverse Sachen, die du ansprichst oder auch Wissenschaft geht ja auch mit einer gewissen
Unsicherheit einher. Spielt das auch eine Rolle oder das wissenschaftliche Arbeiten da und die Erkennt-
nisse daraus? #0:25:52-98#

W04: Unsicherheiten? #0:26:10-99#

I: Ja, so/ #0:26:14-100#

315 **W04:** Ja. #0:26:15-101#

I: Ich meinte damit diesen Hypothesencharakter. #0:26:15-102#

W04: Achso. #0:26:17-103#

I: Also das Arbeiten und dass man halt vielleicht Erkenntnisse haben, die noch nicht vollständig gesi-
chert sind und das also das Arbeiten näher so. #0:26:17-104#

W04: Ja, also ich glaube schon, dass/ Also ich würde/ Also im Moment stelle ich mir das schon vielleicht
320 ein bisschen so vor und das würde ich mir so wünschen sozusagen, dass das schon, und ich glaube
schon, dass das in der Insgesamtheit, dadurch, dass das schon auch sehr gut überkommen wird, weil
ich glaube auch so Leute wie Thomas Bosch oder so, das sehr gut herüberkommenbringen können,
dass das was wir da sehen, sehr viel größer ist, als das, was wir eigentlich wissen. Und ich würde das
325 jetzt in keinster Weise negativ irgendwie sehen. Also das/ Ich mein so geht Wissenschaft seit Jahren
sozusagen voran. Dass wir uns Fragen stellen. Und ich selber finde auch Fragen stellen sehr viel besser
als Hypothesen generieren, weil Hypothesen immer auch viele Sachen ausschließen. Ich denke die
erste Frage ist neugierig zu sein und die Frage zu stellen. Weil wenn wir nicht neugierig sind und keine
Fragen stellen, dann ist das was, wo sich keiner für interessiert oder wo keine Forschung gemacht wird
330 und wo dann auch spektakuläre Sachen passieren könnten und es einfach keiner weiß. #0:26:26-105#

I: Ja, spannend. Ja, meine letzte Frage kommen wir jetzt auch schon zu. #0:27:35-106#

W04: Ja. #0:27:40-107#

I: Ich bin ja jetzt in so einer vermittelnden Rolle zwischen Wissenschaft und Schule. Hast du irgendwie
einen Wunsch oder irgendwas, was du persönlich mit auf den Weg geben würdest, um halt diese bei-
335 den Parts, sage ich mal so, besser miteinander zu verknüpfen? #0:27:41-108#

W04: Ja, das ist jetzt eine gute Frage. Ja, ich glaube schon. Also, ich meine, sagen wir mal so. Ich meine der eine Wunsch so ein bisschen ist, dass sich/ Das klingt vielleicht jetzt negativ, aber so meine ich das nicht. (Lachen) Ich mein natürlich dieses ganze Outreach-Zeugs ist extrem wichtig. Aber die Frage ist halt/ Also ich mach das auch sehr gerne. Aber die Frage ist halt wie viel, ja, wie viel nimmt das so/ Das nimmt halt auch schon viel Zeit in Anspruch. Und ja, wie viel macht man sozusagen davon? Also das ist schon/ Ich glaube schon, dass der/ Ja, ich glaube der Wunsch wäre eigentlich schon, dass zum Beispiel so Sachen wie kommt wissenschaftliches Ergebnis zustande, dass es einfach/ Ich mein, je mehr die Schule macht, desto besser ist einfach/ Das sagt wahrscheinlich jeder. (Lachen) #0:27:55-109#

I: (Lachen) #0:29:13-110#

W04: Die Eltern und so weiter und so fort. Aber ja, also ich finde an sich, je besser verzahnt, ich glaube Universität und so weiter und Schule sind, desto besser. Trotzdem glaube ich gibt es auch Sachen, die jetzt zum Beispiel/ Also ich glaube jetzt, ich mein, Schüler brauchen auch nicht schon studieren zum Beispiel. Ja. Oder ich mein, die sollen da jetzt mal so ein bisschen Einblick kriegen, aber sie brauchen jetzt nicht all die Sachen machen, die man nachher im Studium macht, sozusagen. Und gleichzeitig sind Schüler auch noch nicht Studenten, das heißt (...) ja, so einen Tag oder so macht man mal, aber ich weiß jetzt nicht. Ich glaube Verzahnung ist wichtig, aber ich glaube gleichzeitig braucht es auch nicht übertrieben werden. Glaube ich. Ja, also ich würde mir schon extrem wünschen, dass das, was sozusagen in der Schule behandelt wird, dass das nah an der Zeit sozusagen ist. Und ich glaube, dass es da bestimmt großes Potenzial gibt, weil wir heute einfach Sachen extrem schnell vorangehen und dass man da einfach diese Lücke sozusagen füllt. Aber ich glaube trotzdem, dass jeder irgendwie so seine Aufgabe so hat. Und ich glaube je besser und ja/ Also ich mein, das ist jetzt vielleicht ein anderes Beispiel, aber ich glaube, dass du trotzdem so ein bisschen verstehst, wie ich/ Also ich finde es zum Beispiel auch sehr schwierig mit dieser ganzen Interdisziplinarität, die auch zum Beispiel viel in der Wissenschaft diskutiert wird. Und das ist natürlich schon so, je mehr interdisziplinär man macht, desto mehr gibt es dir Gefahr, dass man sozusagen die Expertise in einem Fach nicht mehr voll hat zum Beispiel. Oder an der Universität, je mehr Leute wir haben, die interdisziplinär ausgebildet sind, desto weniger haben wir Leute, die wirklich vom Fach, von einem sozusagen Gebiet sind. Und ja, so gibt es schon so Sachen, dass (...) ja, ich weiß nicht. Und diese Vermittlungsrolle war deine Frage? #0:29:14-111#

I: Ja genau, was man einem so wünschen würde. Ob jetzt Themen mehr behandelt werden sein sollen. #0:31:40-112#

W04: Achso. #0:31:45-113#

I: Oder Einblicke geben. Oder/ Ach, ich mein/ (unv.) #0:31:45-114#

W04: Ja, ich weiß es gar nicht. Also um ehrlich zu sein, ich glaube gar nicht, dass das/ Also ich glaub zum Beispiel so/ Ich glaub, dass einfache Sachen mehr bewirken können. Und dass es manchmal gar nicht zu hightech oder so sein muss. Also ich könnte mir zum Beispiel vorstellen, dass jetzt in, was weiß ich, in, ich weiß, das ist jetzt vielleicht blöd gesagt, aber, dass jetzt vielleicht ein einfacher Unterricht, der darauf orientiert ist einfach, dass die Leute Fragen stellen und mitdenken, dass das vielleicht zum Beispiel den Leuten beim Studium mehr bringt, als wenn wir jetzt einmal im Jahr zum Darwin-Tag (unv.) hinfährt oder so. Oder also weiß ich sozusagen, ja, weiß ich nicht. Also ich glaube einfach, dass insgesamt die wirklich die Grundfähigkeiten, dass das dadurch extrem wichtig ist. Und ich glaube, da ist die Schule ja sehr gut drin, einfach diese Grundfähigkeiten, ich glaube, dass ist später einfach sehr schwer zu vermitteln, das ist ja bis zum Doktorarbeitsstadium, wo es jetzt zum Beispiel darum geht, eine Doktorarbeit zu schreiben. So Sachen wie Schreiben, wann haben wir das das letzte Mal gemacht? In der Schule, im Deutschunterricht, als wir Aufsätze geschrieben haben, zum Beispiel. Also das finde ich oft erstaunlich, sozusagen auch so ein bisschen retrospektiv, wenn ich so an mich selber denke. Viele Sachen, die hat man dann echt/ Also da ist die Schule so extrem wichtig, weil das dann oft später im

385 Leben dann der Bezugspunkt wieder so wird. Auch in so anderen Sachen wie Geschichte oder so, wenn
man halt später es noch machen will, muss man sich wieder aktiv damit beschäftigen. Und ja, je mehr
man das dann mitbekommen hat/ Ja, aber also diese Vermittlungsrolle, ich finde das auf jeden Fall
sehr gut. Also auch, dass wir vor/ Also ich meine, das ist auch eine gute Herausforderung für einen
selber mal. Also jetzt mal zu fragen, wie können wir das jetzt so auch an so eine Gruppe sozusagen
kommunizieren. Und also ich finde es auf jeden Fall gut. Ja, das ist überhaupt gar keine Frage, weil ich
390 glaube schon, dass das sozusagen/ Ja, auch wie zum Beispiel so ein Fach wie Biologie oder so/ Also ich
weiß das nicht, wie das so von den Leuten so gesehen wird oder so. Aber einfach, dass man das in der
Schule schon klar bewusst wird, dass man sich jetzt gerade ganz aktuellen Sachen oder so, spannenden
Fragen sozusagen, stellt. Und ich glaube, das kann sich so eine Vermittlungsrolle, sehr gut Wege schaf-
fen. Und ich glaube auch einfach, dass es Barrieren abbaut und das ist extrem wichtig. Auch von der
Lehrer- oder Schülerseite. Also das war eben cool, als ich an der Schule in Bargteheide auch war, wo
395 ich mich dann auch mit der Lehrerin oder so noch unterhalten habe, die es auch einfach cool fand.
Weil als Lehrkraft ist das ja auch so, ja, man hat vielleicht Fortbildungen oder so, aber sonst ist man ja
auch das letzte Mal zur Uni gegangen, wann man halt irgendwann zur Uni gegangen ist und ja.
#0:31:49-115#

I: Ja, spannend. Ich wollte hier gar nicht/ Jetzt sind wir schon/ #0:34:56-116#

400 *(Ende des Interviews)*

Interview Wissenschaftler*in 05 (W05)

(Begrüßung und Einleitung)

- 5 I: Gut. Ich überprüfe das noch einmal kurz. Ja, das läuft alles. Wunderbar. Ja, genau. Die Daten werden dann so verarbeitet, dass kein Rückschluss mehr auf einzelne Personen möglich ist. So. Und wenn Sie keine Fragen haben, damit soweit einverstanden sind, dann würde ich jetzt einfach mal mit den Fragen beginnen und mit dem Interview starten. #0:00:00-0#
- W05: Alles klar, gerne. #0:00:21-1#
- I: Wunderbar. Dann kommen wir auch schon zu der ersten Frage. Wie ist es dazu gekommen, dass Sie am diesjährigen Darwin-Tag vortragen? #0:00:22-2#
- 10 W05: Ich bin letztes Jahr schon eingeladen worden den Einstiegs-Vortrag zu halten, von Hinrich Schulenburg und war dann aber leider verhindert, konnte da letztes Jahr nicht kommen und deswegen hat er mich dann dieses Jahr wieder eingeladen. Und dieses Jahr klappt es zum Glück. #0:00:30-3#
- I: Wunderbar. Und wie wichtig ist es Ihnen generell über Aspekte Ihrer Forschung mit Teilen der Gesellschaft zu sprechen? #0:00:46-4#
- 15 W05: Sehr wichtig. Ich finde es einen ganz wichtigen Aspekt der Forschung, das auch zu kommunizieren und in aller Regel machen wir das erstmal nur innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft. Aber ich finde es eben auch besonders wichtig, das der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, um einfach auch mitzuteilen, was wir tun und warum wir das spannend finden und gerne machen. #0:00:52-5#
- I: Und Sie sprechen ja dieses Mal nun vor Schülerinnen und Schülern. Was möchten Sie mit Ihrem Vortrag bei dieser Gruppe insbesondere erreichen? #0:01:12-6#
- 20 W05: Ich möchte die Gruppe gerne sensibilisieren für Wirt-Symbiont-Interaktion, also dafür, dass Bakterien ganz wichtig sind für viele verschiedene Organismen. Und ich möchte sie auch dafür sensibilisieren, dass sie bewusst in die Natur schauen und vielleicht ein bisschen mehr Begeisterung bekommen, was für eine Vielfalt uns umgibt. #0:01:20-7#
- I: Ach, das ist sehr spannend. Das geht auf jeden Fall in eine super spannende Richtung. Das ist ja auf jeden Fall auch eine Thematik in der Schule. Wie werden Sie ihren Vortrag aufbauen? Könnten Sie uns das an Ihrem Vortragsthema veranschaulichen? #0:01:49-8#
- 25 W05: Wie werde ich den aufbauen? Also ich werde erstmal einen etwas plakativen Einstieg machen, mit dem ich verdeutliche, wie wichtig Mikroorganismen für auf der Welt sind, aber auch für uns Menschen und eigentlich die meisten anderen Tiere. Einfach mal mit Zahlen verdeutlichen oder mit Diagrammen/ Ne, Diagramm ist eigentlich zu viel gesagt. Also sehr einfach verdeutlichen, dass die meisten Organismen auf dem Planeten erstmal Mikroorganismen sind. Und bei den Tieren sind die überwiegende Zahl halt dann Insekten. Und deshalb ist es wichtig, dass man sich diese Interaktionen anschaut. Und dass auch wenn wir uns Menschen anschauen, dass tatsächlich wir in überwiegender Mehrzahl eigentlich nicht menschliche Zellen in uns tragen, sondern Bakterien. Und ich denke, das sensibilisiert und präpariert die Leute erstmal dafür Interesse an Mikroorganismen zu zeigen. Dann gehe ich eigentlich relativ schnell darauf ein, dass Symbionten wichtig sind für die Evolution von Organismen und komme dann auf zwei Fallbeispiele von symbiotischen Interaktionen zwischen Insekten und Bakterien zu sprechen, aus unserer eigenen Forschung, wo ich dann ein bisschen was dazu erzähle, was wir gefunden haben, wie wir das gefunden haben und versuche das so in Relation zu setzen zu dem, was der
- 30 am Allgemeinwissen da ist, damit die Schüler verstehen können, warum wir das spannend finden. Und am Schluss gebe ich dann noch mal einen kurzen Einblick darüber, ein paar Folien, warum wir Biologen eigentlich forschen, was uns interessiert, was uns antreibt. Ich denke, dass das vielleicht auch ganz
- 35
- 40

interessant ist, von einem Wissenschaftler mal zu hören, warum er das eigentlich tut, was er da den ganzen Tag eigentlich tut. Werde sie versuchen, davon zu überzeugen, dass uns halt wirklich die wissenschaftliche Neugier antreibt und nicht irgendwelche, in aller Regel, nicht irgendwelche Anwendungsbezug oder irgendwelche Reichtums Gedanken, dass wir da unermesslich reich werden von. Sondern, dass wir einfach verstehen möchten, wie die Welt funktioniert. #0:02:07-9#

I: Und haben Sie versucht Ihrem Vortrag eine bestimmte Rahmung zu geben? Also gibt es da Aspekte, die sich durch den Vortrag wirklich wie ein roter Faden durchziehen? #0:04:17-10#

50 **W05:** Ja gut, ich meine die Symbionten ziehen sich durch wie ein roter Faden. Ich habe jetzt, gehe am Schluss jetzt nicht noch mal auf den Einstieg ein. Das ist eigentlich eine ganz gute Idee, vielleicht könnte ich das noch mal machen, ich habe ja noch massig Zeit. (Lachen) Aber prinzipiell nicht, ich werde dann an diesen beiden Beispielen mich entlang hangeln. Klar, die Symbiosen ziehen sich durch und irgendwie das auch der Gedanke, dass die Grundlagenforschung ein wichtiges Thema ist, was ich vermitteln möchte, als einen wichtigen Aspekt, den wir uns als doch recht reiche Gesellschaft einfach leisten sollten. #0:04:28-11#

I: Und Sie haben jetzt schon sehr oft die Sensibilisierung von den Schülerinnen und Schülern erwähnt. Können Sie bitte noch mal detaillierter erläutern, inwiefern dieses Ziel für Ihren Vortragsaufbau eine Rolle spielt? #0:05:03-12#

60 **W05:** Also was für mich ganz wichtig ist, ist, dass die wissenschaftliche, also wirklich wissenschaftliche Primärergebnisse zu kommunizieren und das in einer Weise zu tun, dass es zugänglich ist für Nicht-Wissenschaftler, die jetzt nicht so einen tiefen biologischen Hintergrund haben, sondern auf Schülerniveau, die die Basis haben grundlegende Sachen der Biologie zu verstehen, aber jetzt nicht den tieferen Einblick in das Spezial-Thema. Und dafür, denke ich, ist es erstmal wichtig Einblick zu bekommen, in
65 meinem speziellen Thema jetzt erstmal, dass Mikroorganismen nicht immer die Bösen sind, die Krankheiten verursachen, sondern, dass die absolut überwiegende Mehrzahl von Mikroorganismen entweder ganz harmlos und neutral für uns sind oder eben sehr nützlich. Und dass wir eigentlich ohne Mikroorganismen, der Planet, die Erde, ganz anders aussehen würde. Und ich denke, das legt dann erstmal die Grundlage, um zu schauen, was kann man denn von so einer Interaktion von einem Mikroorganismus mit seinem Wirt dann letztendlich lernen. Und dann auch ein ganz anderes Verständnis, einen
70 ganz anderen Blick auf Mikroorganismen, auf Bakterien zu bekommen. Das meine ich mit sensibilisieren. #0:05:19-13#

I: Vielen Dank. Und weicht diese Anordnung des Vortrages, die Sie mir jetzt schon im Rahmen dargelegt haben, von anderen Vorträgen ab, die Sie normalerweise vor einem Publikum halten? #0:06:33-14#

75 **W05:** Ja, ein bisschen vom Aufbau her, ein bisschen ähnlich wie Vorträge, die ich halte für den Tag der offenen Tür zum Beispiel, die ja auf ein ähnliches Publikum abzielen. Aber weicht schon ab von wissenschaftlichen Vorträgen auf Konferenzen jetzt, weil ich schon versuche, natürlich die Leute auf einem bisschen anderen Niveau abzuholen und dann auch für das Thema zu begeistern, was ich jetzt in einer wissenschaftlichen Fachkonferenz zwar auch mache, aber nicht so plakativ vielleicht. #0:06:45-
80 15#

I: Und welche Anpassungen sind es insbesondere, für jetzt diese besondere Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler? #0:07:17-16#

85 **W05:** Also ich habe mal wieder versucht, den Vortrag aufzulockern. Also das eine ist eben diese Rahmumgebung am Anfang/ Oder Rahmumgebung haben wir schon drüber gesprochen. Naja. Also der Einstieg sagen wir mal, dass Mikroorganismen besonders wichtig sind. Und dann versuche ich immer mal wieder den Vortrag aufzulockern, dadurch, dass ich bestimmte Dinge, die von der wissenschaftlichen Seite her und also von den Daten, von den Ergebnissen her, erstmal schwer zu verstehen sind, runter

zu brechen auf etwas, was man sich vorstellen kann. Als Beispiel, wir haben dieses Komplet-Genom, also die Erbinformation von einem Symbionten entschlüsselt und da kann man sagen 271.175 Basenpaare. Das interessiert eigentlich keinen, da weiß keiner etwas mit anzufangen. Aber wenn man das dann vergleicht in der Länge der ganzen DNA mit dem, ein Mensch in sich trägt, dann ist es, finde ich, schon recht beeindruckend, weil das von dem Bakterium, die DNA, ungefähr zur Hälfte durch ein Menschliches Haar durchgeht während die DNA eines Menschen fünfhundertmal zur Sonne und zurück reicht. Und das sind dann so Vergleiche, also ich versuche es halt mit Vergleichen aufzulockern, um den Schülern auch klarzumachen, was das eigentlich bedeutet. #0:07:23-17#

I: Sie haben jetzt Konzepte, Theorien und Modelle erwähnt, aber wenn Sie jetzt an Methoden und die Ergebnisse denken, die Sie in Ihrer Forschung einsetzen, beziehungsweise erarbeiten, inwiefern passen Sie diese also dieser Zielgruppe an? #0:08:33-18#

W05: Die Methoden und Ergebnisse? #0:08:50-19#

100 I: Mhm. (Bestätigend) #0:08:53-20#

W05: Genau. Also das gerade war ein Beispiel für im Prinzip ein Ergebnis, was ich versuche, wie gesagt, einfach, auf die Basis, auf die Kernaussage, runter zu brechen und dann in Relation zu setzen zu was, was man etwas besser vielleicht greifen kann. Bei den Methoden, die beschreibe ich in aller Regel recht oberflächlich und versuche da auch auf das essentielle zu gucken und das vielleicht auch manchmal etwas witzig runter zu brechen auf einer Art und Weise, wie man das vielleicht auch verstehen kann. Also beispielsweise DNA-Extraktion ist jetzt was, wo normalerweise der Laie nicht so wahnsinnig viel mit anfangen kann, was damit passiert oder wie das passiert. Aber das kann man eigentlich relativ einfach und plakativ darstellen, also dass die Schüler dann auch verstehen, was man da eigentlich tut. #0:08:54-21#

110 I: Und gehen Sie auch auf tiefere Theorien und Modelle ein, die Sie dann der Zielgruppe anpassen? #0:09:41-22#

W05: Ne. #0:09:47-23#

I: Entschuldigung, ich habe gerade die Antwort nicht/ #0:09:49-24#

W05: Nein. Nein, mache ich nicht. Also tiefere Modelle mache ich nicht. Ne. #0:09:51-25#

115 I: Alles klar. Und versuchen Sie einen Alltagsbezug zu den Schülerinnen und Schülern herzustellen? Beziehungsweise haben Sie das dann nochmal mitgedacht, detaillierter? #0:09:56-26#

W05: Ja, das auf jeden Fall. Genau. Wie gesagt/ Ja. Wie gesagt, ich versuche das in Relation zu setzen zu Dingen, die sich die Schüler vorstellen können. Und ich ziehe das Ganze auch, die Vorstellung der Symbiosen auch ein bisschen so auf, wie einen Spaziergang vor die Haustür, wo man bestimmte Insekten antrifft, wo wir dann die Symbionten untersuchen. Das ist zumindest mein Aufhänger von der Geschichte. Dass das was ist, was den Schülern, also zumindest das Insekt selber, das Bakterium natürlich ist erstmal nicht sichtbar, aber das Insekt selber den Schülern durchaus begegnen kann. Anwendungsbezug erstmal/ Ja, Anwendungsbezug habe ich auch in einer der beiden Symbiosen drinnen, weil das eine Symbiose zum Schutz ist, wo die Bakterien Antibiotika produzieren und daher erzähle ich ein bisschen was darüber, warum das bei denen über lange Zeit sehr gut klappt und bei uns Menschen in aller Regel ja nicht so gut klappt. Also da ist im Prinzip auch ein Bezug zum Alltagsleben der Schüler und Lehrer da. #0:10:08-27#

130 I: Und kann man bei Ihrem Forschungsthema im Unterricht auch anknüpfen? Also beispielsweise durch Gespräche mit Lehrenden oder Einblick in die Fachanforderungen oder Ähnliches. Haben Sie da konkrete Vorstellung in Richtung von Fachanforderungen oder Lehrpläne? #0:11:13-28#

W05: Jetzt nicht in Schleswig-Holstein, aber ich weiß, dass Symbiosen in der Biologie eigentlich im Lehrplan verankert sind. Evolution natürlich auch, na klar. (Lachen) Auf jeden Fall auch der Darwin-Tag im Kontext der Evolution und das ist auch das, was uns interessiert, also Evolution von Symbiosen. Wir haben schon hier, mit der Biodidaktik an der Uni Mainz habe ich schon zusammengearbeitet, um zu versuchen Projekte in den Schulalltag mit reinzubringen. Also wirklich forschungsnahe Themen so aufzubereiten, dass das in der Schule auch in kleinen experimentellen Einheiten erarbeitet werden kann. Ich habe auch schon mal auf Lehrerfortbildungen Vorträge gehalten und es gibt ein bisschen was auch an Material tatsächlich über unsere Arbeiten, also die Themen. Es gibt Abituraufgaben und es gibt ein paar Handreichungen für Lehrer, die eben helfen, das Thema in der Schule auch zu machen. Finde ich eigentlich auch sehr schön, wenn das funktioniert. Ich denke, die Themen sind eigentlich einigermaßen einfach runter zu brechen auf ein Schulniveau und können helfen, so ganz fundamentale Konzepte von Interaktion verschiedener Organismen als Beispiele dann näher bringen. #0:11:29-29#

I: Und die Folien die Sie bei/ #0:12:50-30#

W05: War das das, was Sie gefragt hatten? Ja, ne? #0:12:52-31#

145 I: Ja, ja. #0:12:53-32#

W05: [Gute] Antwort? Gut. #0:12:53-33#

I: Ja. #0:12:54-34#

W05: Also Sie sagen, wenn irgendwas unklar ist. Ich erzähl einfach erstmal was und dann können Sie gerne nachfragen, wenn das nicht so ganz klar geworden ist. #0:12:55-35#

150 I: Ja genau, das mache ich schon. Vielen Dank. Das war glaube ich schon sehr gut. Genau. Und haben Sie die Folien, die Sie bei Ihrer Präsentation nutzen, auf die Gruppe angepasst oder haben Sie da neue Folien konzipiert oder eher bereits vorhandene Folien verwendet? #0:13:01-36#

W05: Teils, teils. Also ich muss zugeben, dass ich nicht, leider nicht so viel Zeit hatte für die Vortragsvorbereitung, wie ich das gerne gehabt hätte. Ich habe einiges neu gemacht, aber vieles habe ich auch wiederverwendet, aber ich habe zum Glück auch schon den ein oder anderen populärwissenschaftlichen Vortrag gehalten, aus dem ich dann bestimmte Aspekte rausnehmen und dann neu zusammstellen konnte. Wie gesagt die von Vorträgen vor allem, die eine ähnliche Zielgruppe, ähnliches Publikum hatten. Also, dass ich vielleicht so zehn bis fünfzehn Prozent komplett neu gemacht habe und der Rest ist eher so angepasst, verändert, neu zusammengestellt für den Vortrag. #0:13:18-37#

160 I: Und welche Teile Ihres Vortrages könnten für die Schülerinnen und Schüler eine Herausforderung darstellen? #0:14:00-38#

W05: Das ist eine gute Frage. (Lachen) Was soll ich anders machen? Welcher Teil meines Vortrags? Ja. Ich rede in der ersten Symbiose über/ Da ist der Symbiont wichtig, um Teile der Pflanzenzellwand abzubauen und dem Käfer dann diese Nahrung zugänglich zu machen. Und da habe ich den Eindruck, denke ich, dass ich ein bisschen darüber reden muss, wie das funktioniert und das sind Enzyme, die heißen Pektinasen und bauen eben das Pektin in der Pflanzenzellwand ab. Das ist dann schon ein wenig detailliert, denke ich. Muss ich gucken. Ich hoffe, dass ich die Schüler da dabei behalte. Das sind so ein paar Folien, wo ich vielleicht auch noch mal drüber nachdenken muss, bis Freitag, ob ich das nochmal vereinfach, um da die Zuschauer nicht zu verlieren. #0:14:08-39#

170 I: Was meinen Sie, was die Schülerinnen und Schüler an einer kognitiven Voraussetzung oder fachlichem Grundwissen mitbringen müssten, damit Sie ihrem Vortrag erfolgreich folgen könnten? #0:15:02-40#

W05: Also im Grunde brauchen sie jetzt nicht so viel. Sie müssen so einigermaßen im Biologieunterricht aufgepasst haben, dass sie wissen, was sind Bakterien, was sind Insekten. Was ist DNA sollte man wissen. Hoffe ich, kann ich aber voraussetzen. Und den Rest, denke ich, hoffe ich, dass ich den eigentlich erkläre. Antibiotika sollte man kennen. Aber das meiste, denke ich, kann ich voraussetzen, von den Sachen. Und den Rest, hoffe ich, dass ich das so erkläre, dass es verständlich ist. Das ist natürlich nicht immer ganz einfach, weil ich für mich so viele Sachen, so biologische Begriffe, völlig klar sind und dann muss ich mir erstmal nochmal überlegen, was ist vielleicht dem Laien-Publikum nicht klar und das ist die große Herausforderung der ganzen Geschichte. Und kann natürlich sein, dass ich da irgendwas völlig vergessen habe und die Schüler da total überfordere, aber ich hoffe es eigentlich nicht. Aber wir werden sehen. Also eine Herausforderung ist sicherlich, dass man/ Bei einigen Ergebnissen sind halt Graphen drin mit wissenschaftlichen Ergebnissen. Die sind sehr, sehr einfach gehalten, aber es ist natürlich trotzdem was, wo man als Wissenschaftler drauf guckt und irgendwo relativ schnell erfasst, was da drin ist und das ist, denke ich, für Schüler erstmal ein bisschen schwieriger. Deswegen versuche ich da auch, ein bisschen mehr Zeit darauf zu verwenden, zu erklären, was das eigentlich zeigt und was das bedeutet. #0:15:14-41#

I: Und wie kann man aus Ihrer Sicht Interesse an Ihrem Forschungsthema auf Seiten der Schülerinnen und Schüler am besten wecken? Und zwar jetzt bezogen auf Theorien, Methoden oder Resultate, also Ergebnisse? #0:16:34-42#

W05: Also einen von den dreien sozusagen? Soll ich auswählen, oder? #0:16:47-43#

I: Also, wenn es geht, gerne alle drei oder/ #0:16:51-44#

W05: Ach so. Also wie man in jedem Bereich sozusagen an eben diesen Aspekten Interesse wecken kann? #0:16:54-45#

I: Genau. Genau. Im Bereich der Theorien, Methoden und Ergebnisse. #0:16:59-46#

W05: Tja. Also ich denke, ich habe die Überzeugung, dass ganz viel, dass man ganz, ganz viele Themen, fast unabhängig vom Thema, Laien-Publikum verständlich machen kann, wenn man versucht es auf das runter zu brechen was wirklich der Kern ist und die Kernrelevanz ist und das versucht möglichst anschaulich und manchmal etwas witzig und für das entsprechende Publikum zugänglich zu erklären. In meinem speziellen Fall jetzt, mit den Symbiosen, denke ich, dass das was die Leute eigentlich meistens begeistert ist tatsächlich gar nicht mal so der Bezug zu Menschen oder irgendwelcher Anwendungsbezug, sondern ich kann die meistens, die Leute, davon begeistern, dass diese Insekten und das was die tun, spannend ist. Also, dass einfach die Naturgeschichte und die Interaktion und was der Symbiont dann tut, Antibiotika produzieren oder bei der Verdauung helfen, dass das einfach interessante Geschichten sind und dass das eine ganz neue Sichtweise bietet auf Insekten eben und ihre Interaktion mit Mikroorganismen. Also ich habe die Erfahrung gemacht, dass das das ist, was die Leute meistens am meisten begeistert, wenn man ein System hat mit schönen Bildern illustriert, was in der Natur tatsächlich passiert. Ich glaube, dass da eine ganz grundlegende Neugier für die Natur da ist und wenn man die packen kann, dann hat man, glaube ich, ganz gute Karten, das zu erreichen. Methodisch, das ist schwierig. Methodisch? Also ich glaube ich habe eine Methode dabei die finde ich selber, die ist sehr kompliziert. Sehr, sehr komplizierte Methode, die ich versuche ganz einfach darzustellen. Und da, glaube ich, versuche ich auch ein bisschen mit witzigen Methoden das zu machen. Weil wie gesagt, die Methode zu erklären, ist sehr komplex, die hat einen unglaublich langen Namen und das versuche ich ein bisschen durch den Kakao zu ziehen, um mich über mich selbst lustig zu machen und dann, das ist eine Laser basierte Methode, wo ich das dann mit dem Todesstern aus Star Wars vergleiche und dann eben versuche, dass ein bisschen witzig darzustellen. Ansonsten lege ich auf die Methoden ansonsten gar nicht so viel Wert, außer das Sammeln von Insekten, wo man ein paar Anekdoten erzählen kann. Und dann ist es für die Schüler vielleicht auch ganz lustig zu sehen, dass so ein Forscher da ir-

gendwo in der Gegend rum hüpft und mit dem Schmetterlingsnetz versucht Wespen zu fangen. (Lachen) Ich weiß jetzt nicht, ob das jetzt so das konkret war, was Sie hören wollten. Oder ob ich etwas Generelleres dazu sagen sollte. #0:17:04-47#

I: Nö, ich glaube das war schon ganz gut. Ich bin da ein Laie, muss ich zugeben, was diese Interviews angeht, weil ich im Rahmen meiner Studie auf quantitative Fragebögen basiert habe, also meine Erhebungen basiert habe, aber ich glaube, dass geht in die richtige Richtung auf jeden Fall. (Lachen) #0:19:43-48#

W05: Ok, ich würde auch eher die quantitativen Fragebögen wählen, wenn ich meine Doktorarbeit machen müsste. Weil es sicherlich auch einfach ist hinterher auszuwerten. Die Konzepte habe ich noch nicht, aber da, wie gesagt, da mhm joa/ Da ist vor allem mir wichtig und ich denke auch, dass das, wie gesagt, vielleicht einigermaßen einfach ist den Leuten klar zu machen, dass das eben diese positiven, diese kooperativen Interaktionen unglaublich häufig sind in der Natur, die man eigentlich so als Laie nicht so auf dem Schirm hat vielleicht oder nicht so präsent hat und deren Bedeutung nicht so kennt. Und das ist, denke ich, eigentlich schon ein ganz guter Ansatz. Und einfach den Leuten nahe zu bringen, weil die Leute auch erstmal Harmonie bedürftig sind und sich freuen, wenn nicht irgendwelche Mikroorganismen irgendwelche bösen Sachen machen, sondern auch mal in überwiegender Mehrzahl nett sind. #0:20:03-49#

I: Und in wie fern beinhaltet Ihr Forschungsbereiche nun Aspekte die kontrovers diskutiert werden? Auch bezogen auf diese drei Aspekte Theorien, Methoden und Ergebnisse. #0:20:57-50#

W05: Mhm. Eigentlich habe ich nicht sowas richtig kontroverses drin. Ach doch. Ja gut, ich habe den Bezug zu den/ Ja gut, kontrovers ist das eigentlich auch nicht. Den Bezug von dieser Schutzsymbiose mit Antibiotika zu der menschlichen Antibiotikanutzung, die ja doch nicht so besonders geschickt gemacht wird, in Massen Einsatz von Antibiotika und das dann eben auch dazu führt, dass sich Resistenzen eben auch schnell ausbilden. Ob das jetzt so ein wahnsinnig kontroverses Thema ist? Auf der anderen Seite, da sind sich, glaube ich, die meisten einig, dass das nicht so gut läuft. (Lachen) Aber das ist eigentlich so das einige kontroverse, was ich da so drin habe. #0:21:09-51#

I: Und versuchen Sie diese Inhalte auch ebenfalls kontrovers darzustellen oder wie wirkt sich das auf Ihre Kommunikation aus? #0:21:48-52#

W05: Ja, wie gesagt, also ich glaube bei dem Publikum selber/ Also, ich glaube, das ist vielleicht nicht in dem Sinne kontrovers. Also ich spreche halt das Problem an. Aber ich glaube, dass das Problem an sich nicht/ Also der Einsatz ist halt/ Hat ja auch bestimmte Hintergründe, wirtschaftliche. Aber das spreche ich jetzt nicht im Detail an, dazu habe ich gar nicht so die Zeit und das ist auch nicht so ein wichtiger Aspekt von der ganzen Geschichte in dem Moment. Also insofern würde ich sagen, mein Vortrag ist relativ unkontrovers. #0:21:54-53#

I: Wenn ich das jetzt richtig nachvollziehen kann hier, geht es im Grunde um Ihre Forschung im Allgemeinen. Also es geht jetzt nicht um die kontroversen Aspekte ausschließlich auch im Rahmen Ihres Vortrages, sondern im Allgemeinen von Ihrem Forschungsfeld. #0:22:23-54#

W05: Von meinem Forschungsfeld. Gute Frage. Symbiose-Forschung ist eigentlich gar nicht so kontrovers. Also es gibt so ein paar, joa, es gibt so ein paar konzeptionelle Kontroversen, aber die, joa, die diskutiere ich öfters mal auf wissenschaftlichen Konferenzen mit den Leuten, aber die sind jetzt nicht unbedingt für ein Laien-Publikum so zugänglich und spannend, finde ich. Also joa, würde ich normalerweise jetzt nicht in einen Vortrag integrieren, aber diskutiere ich halt mit Kollegen auf Konferenzen. #0:22:40-55#

I: Und welche Aspekte, auch bezogen auf Theorien, Methoden und Resultate, wären das, die Sie dann kontrovers im Rahmen Ihres Kollegiums diskutieren könnten? #0:23:22-56#

265 **W05:** Also ein kontroverses Thema in den letzten Jahren, im Rahmen der konzeptionellen Seite, ist die Frage, ist im Grunde der Begriff des Holobionten und Hologenoms, dass man/ Das geht jetzt schon sehr ins Detail. Soll ich das erklären, oder? #0:23:33-57#

I: Gerne. #0:23:52-58#

270 **W05:** Gut. Ok. Ja. Vorgeschlagen wurde, dass ein Wirt mit seiner mikrobiellen Gemeinschaft einen Holobionten darstellt, der also unter Selektion steht und das wird nicht immer, meiner Ansicht nach, nicht immer ganz korrekt dargestellt und da besteht die Gefahr, dass man so das Bild erzeugt, dass das ganze eine sehr harmonische Interaktion ist immer zwischen Wirt und Symbionten, aber da kann sehr viel Konflikt auch entstehen und dann ist es nicht mehr so, dass die Selektion auf den Holobionten das Gleiche ist wie die Selektion auf den Symbionten und den Wirt im Einzelnen. Und das ist eine Kontro-
275 verse die, glaube ich, sich durchzieht, durch das Feld im Moment und die vielleicht auch dem Feld weiterhilft sich zu entwickeln und da konzeptionell weiterzukommen. Methodisch würde ich nicht unbedingt sagen, dass da große Kontroversen sind. Es gibt große methodische Herausforderungen, würde ich es mal nennen. Das sind also Sachen, zu versuchen wirklich sich die sehr, sehr schwierig zugänglichen symbiotischen Interaktionen anzuschauen, die man in aller Regel, wo man das Bakterium nicht kultivieren kann, also nicht im Labor in der Petrischale wachsen lassen kann und dann halt wirk-
280 lich neue Methoden entwickeln muss und neu entwickelte Methoden auf schwierige Systeme anwenden muss, ohne eben diesen experimentellen Zugang eben immer zu haben. Von den Ergebnissen her, fällt mir gerade nichts ein, muss ich sagen. #0:23:53-59#

I: Und gibt es auch Aspekte, die dazu führen könnten, dass Ihre Forschung angezweifelt werden könnte? 0:25:36-60#

285 **W05:** Ja, klar. Gibt es immer. Ich meine, wir irren uns ja auch einfach. Also es ist in der Wissenschaft, wir stellen die Sachen dar, die Ergebnisse, die wir haben und interpretieren dann. Das muss nicht immer richtig sein. Das ist auch nicht immer richtig. Und dann, wenn wir was Neues finden, stellen fest, wir haben uns geirrt, dann publizieren wir das und sagen, wir haben uns geirrt. Also so funktioniert es letztendlich. Und das ist auch richtig so. Also das ist die Weise, wie die Wissenschaft funktioniert und
290 so muss das auch sein. Letztendlich sind die Hypothesen und die Theorien, die wir aufstellen auch nur so lange vernünftig, bis wir sie widerlegt haben. Und wir haben tatsächlich auch in einer Symbiose, haben wir eine ganze Weile gebraucht zu verstehen, dass unser Bild von dieser Symbiose nicht richtig war. Weil es nicht ein einziger Symbiont war, der da mit dem Wirt interagiert, sondern ganz viele verschiedene. Die waren aber sehr, sehr nah verwandt, sodass wir das am Anfang nicht gemerkt haben.
295 Und als wir es dann aber gemerkt haben, hat sich, das hat einen Einfluss auf ganz viele verschiedene Fragestellungen in der Symbiose und da waren wir erstmal ein wenig beunruhigt, weil wir da natürlich schon drüber publiziert hatten, aber auf der anderen Seite, das ist von dem was wir, von den Ergebnissen, die wir hatten, meine ich immer noch, die richtigen, also die vernünftigen Schlussfolgerungen gezogen, die sich dann als nicht ganz korrekt herausgestellt haben. Und das haben wir dann im nächs-
300 ten Paper korrigiert und dann ist das auch in Ordnung, denke ich. #0:25:43-61#

I: Und jetzt kommen wir nochmal auf den Darwin-Tag zu sprechen und auf Ihren Vortrag. Genau. In wie weit wirkt sich dort der Part der Kontroversität Ihrer Forschung, beziehungsweise von Wissenschaft im Allgemeinen aus oder von Unsicherheiten von wissenschaftlichen Erkenntnissen? 0:27:09-62#

305 **W05:** Oh, das ist eine gute Frage. Wenn wir das Interview vorher gemacht hätten, hätte ich den Vortrag vielleicht ganz anders gemacht. Das ist eine gute Idee. (Lachen) Eine spannende Frage. Also den Aspekt habe ich gar nicht mitberücksichtigt und gar nicht drin, so dieses/ Aber das ist eigentlich eine sehr gute Idee. Mal gucken, vielleicht mache ich das noch. Weil ich meine die wissenschaftliche Herangehensweise ist ja im Grunde/ Wir können ja nichts, wir können ja keine Theorien beweisen oder Hypothesen
310 beweisen. Wir können nur Hypothesen und Theorien widerlegen. (Lachen) Wir können eigentlich nur

- eine neue Hypothese aufstellen und so lange Experimente machen, bis wir, bis uns nichts mehr einfällt, wie wir die widerlegen können. Und je mehr Experimente man macht, die eben der Hypothese, einer Theorie nicht widersprechen, desto stärker wiegt diese Theorie. Wie Evolutionsbiologie auch. Es ist ja ein wissenschaftlich philosophisches Problem. Wir können eben die Evolutionstheorie nicht beweisen.
- 315 Es liegt im Wesen der Wissenschaft. Das ist bei allen anderen Theorien und Hypothesen auch so, bei allen anderen wissenschaftlichen, muss ich sagen. Insofern, ja, das wäre natürlich eigentlich ganz interessant vielleicht das der Öffentlichkeit auch mal etwas klarer zu machen, dass das das ist, wie Wissenschaft funktioniert. Viele Leute denken immer, wir beweisen Sachen. Wir widerlegen eigentlich nur. (Lachen) #0:27:27-63#
- 320 I: (Lachen) Das stimmt. (unv.) #0:28:55-64#
- W05:** Das ist ein kleiner, feiner, aber wichtiger Unterschied. #0:28:58-65#
- I: Ja. Beweis durch widerlegen.#0:29:00-66#
- W05:** Ja. Nein. Ne, eben nicht. Ja, wenn/ Ne, eigentlich nicht. Also wie gesagt, Evolutionstheorie ist ein schönes Beispiel. Also ich bin absolut überzeugt, dass die Evolutionstheorie richtig ist und ich kann Ihnen tausende von Belege dafür, Unterstützungen dafür erzählen, aber ich kann sie Ihnen nicht beweisen und das kann auch niemand anders. Einfach weil die Wissenschaft so funktioniert, wie sie funktioniert. #0:29:04-67#
- 325 I: Vielen Dank. Das war sehr, sehr interessant und aufschlussreich. Ich komme jetzt zu einer letzten allgemeinen Frage. #0:29:34-68#
- 330 **W05:** Eine gute Idee. Das überlege ich mir echt noch. #0:29:41-69#
- I: Einen Tag haben Sie ja noch oder zwei beziehungsweise. #0:29:44-70#
- W05:** Ach ja, das ist noch massig Zeit. Genau. (Lachen) Genau. Aber nicht, dass die Frau Claussen drinsitzt und sich denkt ‚Moment mal, der hat doch was ganz anderes erzählt eigentlich.‘ (Lachen) #0:29:47-71#
- 335 I: (Lachen) Ach nein. #0:29:57-72#
- W05:** Joa. Na gut. #0:29:59-73#
- I: Bin gespannt, aber das bezweifle ich. #0:30:00-74#
- W05:** Glaube ich auch nicht. So ganz komplett umschmeißen werde ich ihn sicherlich nicht nochmal. #0:30:02-75#
- 340 I: Der Kiel-Science-Outreach-Campus, in dem wir hier alle arbeiten, der KiSOC, nimmt in seiner Position eher eine vermittelnde Rolle, zwischen Wissenschaft und Schule ein. Gibt es etwas, was Sie uns mit auf den Weg geben wollen würden oder sich persönlich wünschen, damit Wissenschaft und Schule noch besser miteinander verknüpft werden können? Insbesondere auf den Darwin-Tag bezogen. #0:30:06-76#
- 345 **W05:** Gute Frage. (...) Also ich finde das ja super, dass es das gibt. Also ich finde das einen ganz wichtigen Aspekt, der in vielen Städten und vielen Unis unterschätzt wird und nicht so stark gefördert wird. Was mich freuen würde, wäre/ Aber wie gesagt, ich kenne den Kiel Science Outreach Campus jetzt nicht direkt so, im Detail. Weiß nicht, ob es da vielleicht schon passiert. Aber was ich eigentlich eine besondere Herausforderung finde ist, gar nicht mal unbedingt die wissenschaftlichen Inhalte weiterzugeben, sondern das Wesen der Wissenschaft und das was Wissenschaft antreibt, diese Neugier. Also den Kindern im Schulalltag irgendwo ein bisschen näher zu bringen oder Methoden zu entwickeln den Kindern näher zu bringen, dass diese Neugier, herauszufinden wie etwas funktioniert, also in welchem
- 350

Bereich auch immer, ob das jetzt Biologie, Physik, Chemie, was auch immer ist, zu verstehen, zu versuchen zu verstehen, wie die Welt funktioniert und aus Neugier sich damit zu beschäftigen. Das finde ich einen ganz wichtigen Aspekt. Kinder haben das eigentlich intuitiv und intrinsisch in sich drin. Das wird nur leider oft dann immer weniger und das finde ich sehr schade. Aber wenn dieses Verständnis da ist, das ist spannend, auch wenn es jetzt nicht das ist/ Ich bin jetzt nicht der Planetenforscher, aber ich finde es trotzdem spannend, wenn die NASA da irgendwo eine Sonde auf den Mars schießt, um zu gucken, was ist da denn eigentlich. Und diese Grundeinstellung der Neugier, die denke ich, liegt der Neugier und der Offenheit, das ist eine ganz wichtige Eigenschaft, wo ich mich freuen würde, wenn die noch stärker in den Schulalltag integriert würde/ Ich glaube, dass das auch soziale und gesellschaftspolitische Konsequenzen hat, wenn die Gesellschaft aufgeschlossen ist gegenüber Wissenschaft, faktenbasierten Argumentationen und so weiter. Das finde ich einen ganz wichtigen Aspekt dabei. #0:30:32-77#

I: Das ist sicherlich auch einer der antreibenden Aspekte. #0:32:43-78#

W05: Das glaube ich. Genau. Und was mich begeistert ist, die Diversität von Organismen die so draußen überall rumlungert. Also das ist einfach Wahnsinn. Und da das Bewusstsein zu haben, sich Tiere, Pflanzen, Pilze anzugucken und erstmal eine Faszination dafür zu entwickeln. Wo kommt diese ganze Diversität her? Wie überleben die Organismen in der Umwelt? Und eine Anerkennung dafür, dass das eben ein ganz wertvoller Teil unserer Umgebung ist, die schützenswert ist auch. Der schützenswert ist, der Teil. #0:32:48-79#

I: Vielen Dank. Wir sind dann nun am Ende des Interviews angelangt. Haben Sie noch Fragen zum Interview oder etwas nicht genannt, was für Sie noch besonders wichtig ist oder erwähnenswert ist? #0:33:32-80#

W05: Ne, eigentlich nicht, glaube ich. Ne, alles gut. #0:33:45-81#

I: Wunderbar. Ja, dann bedanke ich mich nochmal ganz herzlich für das Interview, dass Sie sich die Zeit genommen haben und die Fragen beantwortet haben. (Es klopft) Och, nö. #0:33:50-82#

W05: Gerne. Wenn die Frau Claussen noch irgendwie, wenn da was unklar ist, dann kann Sie sich gerne nochmal melden. Falls Sie am Freitag da ist, können wir auch da nochmal irgendwie drüber reden. Ich bin nach dem Vortrag auch noch ein bisschen da, bis zum Mittagessen zumindest. #0:33:59-83#

I: Wunderbar. Das leite ich auf jeden Fall an Sie weiter. Da wird Sie sich sicherlich sehr freuen. #0:34:12-84#

W05: Genau. Weil Sie ja selbst das Interview nicht gemacht hat und wer weiß, ob Sie bei irgendwelchen Fragen vielleicht noch irgendwas anderes erwartet hat, was wir jetzt nicht (unv.) #0:34:16-85#

I: Das stimmt. Das stimmt. Das wird Sie sicherlich nochmal in Anspruch nehmen. Zumindest sich nochmal mit Ihnen zu unterhalten. #0:34:26-86#

W05: Prima. #0:34:33-87#

I: Super. #0:34:33-88#

W05: Dann wünsche ich Ihnen ganz viel Erfolg bei Ihrer Doktorarbeit. #0:34:34-89#

I: Dankeschön. Ich wünsche Ihnen noch einen schönen Tag und ganz viel Erfolg bei Ihrem Vortrag und natürlich bei Ihrer Forsch/ #0:34:36-90#

(Ende des Interviews)

Anhang C: Transkriptionsregeln für die Interviews und Fokusgruppeninterviews zum Darwintag

Die Transkripte werden in einem Durchgang angefertigt. Da die Inhalte der Interviews und Fokusgruppeninterviews im Vordergrund standen, wurde sich auf einfache und schnell erlernbare Transkriptionsregeln geeinigt:

Transkriptionsregeln-Adaptiert nach Dressing & Pehl (2015) und weiterführend Kapitza (2020)⁴³

Die Transkripte werden wörtlich transkribiert, d.h. nicht lautsprachlich oder zusammenfassend. Vorhandene Dialekte werden, wenn es inhaltlich relevant ist oder keine eindeutige Übersetzung möglich ist, beibehalten und ansonsten ins Hochdeutsche übersetzt. Zum Beispiel: Ich gehe heuer auf das Oktoberfest.

1. Wortverschleifungen werden an dieser Stelle nicht transkribiert, sondern an das Schriftdeutsch angepasst. Beispielsweise „Er hatte noch so’n Buch genannt“ wird zu „Er hatte noch so ein Buch genannt“ und „hamma“ wird zu „haben wir“. Dabei bleibt die Satzform erhalten, auch wenn syntaktische Fehler enthalten sein sollte, z.B. „bin ich nach Kaufhaus gegangen“.
2. Im Transkriptionsprozess werden Wort- und Satzabbrüche sowie Stottern geglättet bzw. ausgelassen. Doppelungen von Wörtern werden nur aufgenommen, wenn sie als Stilmittel zur weiteren Betonung dienen: „Das ist mir sehr, sehr wichtig.“ Dazu wurden „ganze“ Halbsätze, bei denen nur die Vollen- dung fehlt, erfasst und mit dem Abbruchzeichen / ausgewiesen.
3. Die Interpunktion wird in Bezug auf die Lesbarkeit geglättet. Bei kurzem Senken der Stimme oder uneindeutiger Betonung wird vielmehr ein Punkt gesetzt als ein Komma. Die Sinneinheiten sollen mög- lichst bewahrt werden.
4. Längere Pausen werden durch drei Auslassungspunkte in Klammern (...) angedeutet.
5. Signale des Verständnisses gegenüber dem nicht Sprechenden wie „mhm, aha, ja, genau, ähm“ usw. werden nicht transkribiert. Eine Ausnahme bildet das „mhm“ ohne jegliche weitere Ausführung. In diesem Fall wird als „mhm (bejahend)“ oder „mhm (verneinend)“ erfasst, abhängig von der Interpre- tation.
6. Wörter oder Äußerungen, die besonders betont werden, werden durch GROSSSCHREIBUNG darge- stellt.
7. Jeder Sprechbeitrag umfasst eigene Absätze. Zwischen den Sprecher*innen gibt es eine freie Zeile. Auch Beiträge zwischen dem Interview (z.B. Unterbrechungen durch weitere Personen), die nicht di- rekt mit dem Interview zu tun haben, werden in einem separaten Absatz transkribiert. Es wird versucht am Ende des Absatzes Zeitmarken einzufügen. Dies ist jedoch ein fakultativer Aspekt.
8. Zusätzliche nonverbale und emotionale Beiträge, die die Aussage bekräftigen oder verdeutlichen (wie lachen, seufzen), werden durch Klammern zum Wortbeitrag hinzugefügt.
9. Unverständliche Wörter werden mit (unv.) dargestellt. Bei längeren, unverständlichen Passagen wird wenn möglich die Ursache (wie Handygeräusche, Mikrofon usw.) hinzugefügt. Vermutet man ein Wort, aber ist sich unsicher darüber, so wird das Wort bzw. der Satzteil mit einem Fragezeichen in Klammern gesetzt. Zum Beispiel: (Xylomethanolin?).

⁴³ Die Textbeispiele wurden zum großen Teil direkt von Kapitza (2021) und Dressing und Pehl (2015) übernom- men.

12. Überlappungen von Sprechenden werden mit // gekennzeichnet. Bei Beginn des Einwurfes folgt ein //. Der gleichzeitig gesprochene Text liegt dann innerhalb dieser // und der andere Wortbeitrag steht in einer separaten Zeile. Die ist dann ebenfalls mit // markiert.

Hinweise zur einheitlichen Schreibweise

1. Zeichen und Abkürzungen, zum Beispiel Prozent, Meter, werden ausgeschrieben.
2. Wortverkürzungen wie „runtergehen“ statt „heruntergehen“ oder „mal“ statt „einmal“ werden gemäß der neuen deutschen Rechtschreibung korrigiert.
3. Englische Begriffe werden nach den neuen deutschen Rechtschreibregeln in Groß- und Kleinschreibung geschrieben.
4. Anredepronomen der zweiten Person (du und ihr) werden klein geschrieben, die Höflichkeitsanredepronomen (Sie und Ihnen) werden jedoch großgeschrieben.
5. Zahlen von null bis zwölf werden in einem Fließtext geschrieben, darüber liegende Zahlen dann in Ziffern. Dezimalzahlen und mathematische Gleichungen werden ausschließlich in Ziffern geschrieben, z.B. „4 + 5 = 9“ und „3,5“. Bei nur ungefähr gemeinten Angaben zu Zahlen wird der Zahlname ausgeschrieben, bei exakt gemeinten Zahlenangaben die Zifferform, z.B. „Die fünfzig Millionen Euro Staatshilfe“. Bei weiteren Schreibweisen zu Konventionen bei Zahlen (u.a. Hausnummern, Seitenzahlen, Telefonnummern, Kontonummern, Datum) werden diese beibehalten und nicht ausgeschrieben, z.B. „auf Seite 11“ und „Am Markt 3“.
6. Desweiteren werden Redewendungen/Idiome wörtlich und in Standarddeutsch niedergeschrieben, z.B. „übers Ohr hauen“ (statt: über das Ohr hauen).
7. Beim Verwenden von wörtlicher Rede wird dieses als Zitat in Anführungszeichen aufgeführt, z.B. „Na, dann schauen wir mal“.
8. Einzelne Buchstaben werden stets großgeschrieben, z.B. „wie Vogel mit V“.
9. Bei Aufzählungen wird ein großer Buchstabe ohne Klammer verwendet.

3 Mögliches Beispiel eines Transkriptes (entnommen aus Kapitza, 2021, S. 284-286)

Beispieltranskript nach diesem Regelsystem (ohne Erweiterungen):

I: Okay, was erwarten Sie von Ihrem neuen Studiengang in Hamburg? #00:01:01-0#

B: Ach, da erwarte ich erst einmal, dass ich natürlich ziemlich viel neue Sachen lerne über die Kriminologie und über den juristischen Zweig. Also Diplom-Pädagogik hatte ich ja in MARBURG mit dem Nebenfach Soziologie und Friedens- und Konfliktforschung, und jetzt möchte ich gerne die juristische Seite mehr kennen lernen und neue Leute kennen lernen und neue Eindrücke. Und ja, einen ganz neuen Berufszweig auch (erkunden?). #00:01:26-1#

I: Ja und stellst du dir das Zusammenarbeit zwischen Jugendlichen vor oder? #00:02:11-2#

B: Bis jetzt habe ich noch keine genauen Vorstellungen und es gibt für den Berufszweig oder für den Kriminologen an sich gibt es nicht so einen bestimmten Berufsalltag oder Berufs (...), wie soll man sagen, ja so einen Beruf und man kann halt auch wieder sehr viel machen. #00:02:32-4#

Anhang D: Fragebogen (prä/post) an die teilnehmenden Schüler*innen zum Darwintag 2019 (Studie 1)



Christina Claussen, Carolin Enzingmüller, Hinrich Schulenburg, Kerstin Kremer und Ilka Parchmann

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielen Dank, dass Sie an meinem Projekt teilnehmen. Mit der Beantwortung der nachfolgenden Fragen sind Sie aktiver Teil von Forschung in meiner Doktorarbeit. Lassen Sie deshalb im Fragebogen keine Aussage aus, auch wenn Ihnen die Entscheidung für eine Antwort einmal schwer fallen sollte. Viel Erfolg!



Zu den Begriffen: Im Fragebogen werden Ihnen oft der Begriff „**Metaorganismus-Forschung**“ begegnen. Damit meinen wir:

Was ist ein *Metaorganismus*?

Der Metaorganismus bezeichnet einen Wirtsorganismus (z.B. ein Tier) plus die Gesamtheit der auf und in dem Wirt lebenden Mikroorganismen. Seit einigen Jahren wissen wir, dass alle größeren Organismen von Mikroorganismen wie Bakterien, Viren, Pilze besiedelt sind. Sie beeinflussen eine große Anzahl an biologischen Prozessen, die für den Wirtsorganismus lebenswichtig sein können. Die aktuelle Forschung versucht, diese Prozesse weiter aufzuklären.

Zur Person:

Junge

Mädchen

Anderes Geschlecht

Alter: _____

Schultyp: Gymnasium

Gemeinschaftsschule

Berufsschule

Jahrgangsstufe: _____

Gewähltes Profil: _____

Belegen Sie zur Zeit das Fach Biologie? Ja

Nein

Belegen Sie zur Zeit das Fach Chemie? Ja

Nein

Belegen Sie zur Zeit das Fach Physik? Ja

Nein

Tragen Sie hier die letzten Zeugnisnoten ein, die sie in Biologie, Chemie und Physik erhalten haben. Geben sie die Note dabei im Format 1 (sehr gut) - 6 (ungenügend) an. (Beispiel: Wenn ihre letzte Zeugnisnote in Physik „10“ Punkte waren, dann müssen sie eine „2“ eintragen). Letzte Zeugnisnote im Fach...

Punkte	Note
15-13	1
12-10	2
09-07	3
06-04	4
03-01	5
00	6

Biologie: _____

Chemie: _____

Physik: _____

Code:

Bitte erstellen Sie hier Ihren persönlichen Code: _____

Tag ihres Geburtsdatums

(Wenn ihr Geburtstag am „12.05.95“ ist, dann müssen Sie die „12“ eintragen.)

Der erste und letzte Buchstabe ihres Vornamens

(Wenn Sie „Max“ mit Vornamen heißen, müssen Sie „MX“ eintragen.)

Der erste und letzte Buchstabe ihres Nachnamens

(Wenn Sie „Mustermann“ mit Nachnamen heißen, müssen Sie „MN“ eintragen.)

Fragen zur Metaorganismus-Forschung

Im Folgenden haben wir Fragestellungen, die Forschende aktuell in der Metaorganismus-Forschung untersuchen, zusammengestellt.

 Über welche dieser Fragestellungen würden Sie gerne mehr erfahren?	inter- siert mich nicht	inter- siert mich we- nig	inter- siert mich	inter- siert mich sehr	verstehe ich nicht
01 Wie sehen neue Therapiemöglichkeiten mit Bakterien in der medizinischen Anwendung beim Menschen aus (z.B. Fäkaltransplantation)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02 Wie werden neue Medikamente für den Menschen mit Hilfe der Metaorganismus-Forschung entwickelt (z.B. Schwämme als Wirkstofflieferanten für Medikamente)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03 Was bedeutet es, wenn von "guten" und "schlechten" Bakterien gesprochen wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04 Welche unterschiedlichen Mikroorganismen bewohnen den Darm?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05 Wie kommunizieren Wirt und seine Mikroorganismen auf molekularer Ebene miteinander?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 Wie können wir durch Tierversuche mit keimfreien Mäusen mehr über das Funktionieren von Metaorganismen erfahren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07 Welche Interessenskonflikte haben Wirt und Bakterien? z.B. Zur Maximierung ihrer Fitness (z.B. Anpasstheit, Paarungserfolg und Überlebensrate) könnten sich Bakterien z.B. von den Zellen ihrer Wirte ernähren und damit den Wirt schädigen, was auf der anderen Seite die Fitness des Wirtes einschränkt)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08 Inwieweit beeinflussen Mikroorganismen das Fortpflanzungsvermögen ihres Wirtes (Fitness des Wirtes als möglicher Einflussfaktor)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

09	Welche genetischen Mechanismen bestimmen eine erfolgreiche Bakterienbesiedlung des Wirtes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Wie können wir durch mathematische Modellierung von Datensätzen Vorhersagen zum Funktionieren von Metaorganismen treffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Inwieweit verfügt jeder Organismus über ein einzigartiges und unverwechselbares Profil an Bakteriengesellschaften?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Wie können wir durch Infektionsexperimente von Weizen auf Auswirkungen von Krankheit und Immunreaktion des Wirtes schließen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Wie baut ein Wirt den spezifischen Satz von Symbionten zusammen, den es zum Überleben braucht, und vermeidet die Mikroorganismen, die ihm schaden könnten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Inwieweit können Computersimulationen von Bakteriengenomen Aufschluss darüber geben, welche Wege Bakterien bei der Besiedlung ihres Wirtes nehmen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Inwieweit können analytische und rechnerische Modelle dazu dienen, die Zeit einer Neubesiedlung oder dem Ende einer Bakteriengesellschaft in einem Wirt zu berechnen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Inwieweit treffen diese Aussagen bei Ihnen zu?

stimmt gar nicht

stimmt eher nicht

stimmt eher

stimmt genau

01	Themen rund um Biologie sind spannend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	Freiwillig würde ich mich nie mit Themen der Biologie beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03	Themen der Biologie sind mir persönlich sehr wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	Themen der Biologie machen mir keinen Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	Themen der Biologie sind sehr nützlich für mich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

06	Wenn ich ehrlich bin, sind mir Themen der Biologie gleichgültig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07	Ich habe Themen der Biologie gern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08	Themen der Biologie sind langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Inwieweit treffen diese Aussagen bei Ihnen zu?

stimmt gar nicht stimmt eher nicht stimmt eher stimmt genau

01	Ich finde es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/eine Wissenschaftlerin persönlich über Forschungsergebnisse berichtet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	Ich finde es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03	Besuche wie der Darwintag in Hochschulinstituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	Ich würde gern auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06	Das Hören der Vorträge wird mein Interesse am Thema vermutlich vergrößern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Inwieweit teilen Sie die geäußerten Meinungen?

stimme gar nicht zu stimme eher nicht zu weder noch stimme eher zu stimme voll zu

01	Wir können Wissenschaftlern/innen der Metaorganismus-Forschung vertrauen, dass sie ihre Ergebnisse auch dann veröffentlichen, wenn sie selbst ihre Ergebnisse nicht mögen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	Wir sollten der Arbeit von Wissenschaftlern/innen der Metaorganismus-Forschung vertrauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

03	Wir sollten darauf vertrauen, dass Wissenschaftler/innen der Metaorganismus-Forschung bei ihrer Arbeit ehrlich sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	Wir sollten darauf vertrauen, dass Wissenschaftler/innen der Metaorganismus-Forschung ethisch arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	Theorien der Metaorganismus-Forschung sind vertrauenswürdig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fragen zum Darwintag



Was ist für Sie am Besuch des Darwintages besonders wichtig?

(Kreuzen Sie alles an, was zutrifft)

- ... dass ich neue Inhalte zur Metaorganismus-Forschung lerne.
- ... dass ich ein tieferes Verständnis erhalte, wie Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen zu neuen Erkenntnissen kommen.
- ... der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen.
- ... Spaß zu haben.
- ... dass ich Einblick in den Berufsalltag eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin bekomme.
- ... dass ich die Möglichkeit habe, eine Universitätseinrichtung von innen zu sehen.
- ... dass der Unterricht in der Schule ausfällt.
- ... dass aktuelle Ergebnisse und Themen aus der Forschung einen hohen Alltagsbezug zu meinem Leben haben.
- ... Anderes:



Was ist Ihnen bei einem vortragenden Wissenschaftler oder einer vortragenden Wissenschaftlerin am Darwintag wichtig?

nicht so wichtig eher wichtig wichtig sehr wichtig

	nicht so wichtig	eher wichtig	wichtig	sehr wichtig
01 Ansehen (Publikationen, Medienauftritte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02 Unterhaltungsfaktor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03 Kommunikationsfähigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04 Fachwissen und Expertise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

05	Regionaler Bezug (Forschung vor Ort)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06	Aktualität der Forschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielen Dank, dass Sie an meinem Projekt teilnehmen. Mit der Beantwortung der nachfolgenden Fragen sind Sie aktiver Teil von Forschung in meiner Doktorarbeit. Lassen Sie deshalb im Fragebogen keine Aussage aus, auch wenn Ihnen die Entscheidung für eine Antwort einmal schwer fallen sollte. Viel Erfolg!



Zu den Begriffen: Im Fragebogen wird Ihnen oft der Begriff „*Metaorganismus-Forschung*“ begegnen. Damit meinen wir:

Was ist ein Metaorganismus?

Der Metaorganismus bezeichnet einen Wirtsorganismus (z.B. ein Tier) plus die Gesamtheit der auf und in dem Wirt lebenden Mikroorganismen. Seit einigen Jahren wissen wir, dass alle größeren Organismen von Mikroorganismen besiedelt sind. Sie beeinflussen eine große Anzahl an biologischen Prozessen, die für den Wirtsorganismus lebenswichtig sein können. Die aktuelle Forschung versucht, diese Prozesse weiter aufzuklären.

Code:

Bitte erstellen Sie hier Ihren persönlichen Code: _____

Tag ihres Geburtsdatums

(Wenn ihr Geburtstag am „12.05.95“ ist, dann müssen Sie die „12“ eintragen.)

Der erste und letzte Buchstabe ihres Vornamens

(Wenn Sie „Max“ mit Vornamen heißen, müssen Sie „MX“ eintragen.)

Der erste und letzte Buchstabe ihres Nachnamens

(Wenn Sie „Mustermann“ mit Nachnamen heißen, müssen Sie „MN“ eintragen.)

Fragen zur Metaorganismus-Forschung

Im Folgenden haben wir Fragestellungen, die Forschende aktuell in der Metaorganismus-Forschung untersuchen, zusammengestellt.

 Über welche dieser Fragenstellungen würden Sie gerne mehr erfahren?	interes- siert mich nicht	interes- siert mich we- nig	interes- siert mich	interes- siert mich sehr	dazu habe ich nichts gehört
01 Wie sehen neue Therapiemöglichkeiten mit Bakterien in der medizinischen Anwendung beim Menschen aus (z.B. Fäkaltransplantation)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02 Wie werden neue Medikamente für den Menschen mit Hilfe der Metaorganismus-Forschung entwickelt (z.B. Schwämme als Wirkstofflieferanten für Medikamente)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03 Was bedeutet es, wenn von "guten" und "schlechten" Bakterien gesprochen wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04 Welche unterschiedlichen Mikroorganismen bewohnen den Darm?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05 Wie kommunizieren Wirt und seine Mikroorganismen auf molekularer Ebene miteinander?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 Wie können wir durch Tierversuche mit keimfreien Mäusen mehr über das Funktionieren von Metaorganismen erfahren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07 Welche Interessenskonflikte haben Wirt und Bakterien? z.B. Zur Maximierung ihrer Fitness (z.B. Anpasstheit, Paarungserfolg und Überlebensrate) könnten sich Bakterien z.B. von den Zellen ihrer Wirte ernähren und damit den Wirt schädigen, was auf der anderen Seite die Fitness des Wirtes einschränkt)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08 Inwieweit beeinflussen Mikroorganismen das Fortpflanzungsvermögen ihres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wirtes (Fitness des Wirtes als möglicher Einflussfaktor)?

09	Welche genetischen Mechanismen bestimmen eine erfolgreiche Bakterienbesiedlung des Wirtes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Wie können wir durch mathematische Modellierung von Datensätzen Vorhersagen zum Funktionieren von Metaorganismen treffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Inwieweit verfügt jeder Organismus über ein einzigartiges und unverwechselbares Profil an Bakteriengesellschaften?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Wie können wir durch Infektionsexperimente von Weizen auf Auswirkungen von Krankheit und Immunreaktion des Wirtes schließen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Wie baut ein Wirt den spezifischen Satz von Symbionten zusammen, den es zum Überleben braucht, und vermeidet die Mikroorganismen, die ihm schaden könnten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Inwieweit können Computersimulationen von Bakteriengenomen Aufschluss darüber geben, welche Wege Bakterien bei der Besiedlung ihres Wirtes nehmen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Inwieweit können analytische und rechnerische Modelle dazu dienen, die Zeit einer Neubesiedlung oder dem Ende einer Bakteriengesellschaft in einem Wirt zu berechnen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Inwieweit treffen diese Aussagen bei Ihnen zu?

stimmt
gar
nicht

stimmt
eher
nicht

stimmt e-
her

stimmt
genau

01	Ich werde mit Freunden oder der Familie über Dinge sprechen, die ich bei den Vorträgen gelernt habe. Welche Dinge sind das:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
----	---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

02 Solche Themen wie wir sie beim Darwintag gehört haben, würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten.

03 Ich würde gerne mehr über die Inhalte am Darwintag lernen, die wir in den Vorträgen gehört haben.

Welche Inhalte sind das:

04 Ich werde außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir am Darwintag gesehen oder gehört haben.

Welche Dinge sind das:

05 Ich werde in Büchern oder im Internet nachlesen, um mehr Informationen über Themen des Darwintages zu bekommen.

Welche Themen sind das:



Inwieweit treffen diese Aussagen bei Ihnen zu?

stimmt gar nicht stimmt eher nicht stimmt eher stimmt genau

01 Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/eine Wissenschaftlerin persönlich über seine Forschungsergebnisse berichtet hat.

02 Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen.

03 Besuche wie der Darwintag in Hochschulinstituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.

04 Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen.

05 Ich würde gern auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.

06 Das Hören der Vorträge hat mein Interesse am Thema vermutlich vergrößert.



Inwieweit teilen Sie die geäußerten Meinungen?

stimme gar nicht zu stimme eher nicht zu weder noch stimme eher zu stimme voll zu

01	Wir können Wissenschaftlern/innen der Metaorganismus-Forschung vertrauen, dass sie ihre Ergebnisse auch dann veröffentlichen, wenn sie selbst ihre Ergebnisse nicht mögen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	Wir sollten der Arbeit von Wissenschaftlern/innen der Metaorganismus-Forschung vertrauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03	Wir sollten darauf vertrauen, dass Wissenschaftler/innen der Metaorganismus-Forschung bei ihrer Arbeit ehrlich sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	Wir sollten darauf vertrauen, dass Wissenschaftler/innen der Metaorganismus-Forschung ethisch arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	Theorien der Metaorganismus-Forschung sind vertrauenswürdig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fragen zum Darwin-Tag



Was war für Sie am Besuch des Darwintages besonders wichtig?

(Kreuzen Sie alles an, was zutrifft)

<input type="checkbox"/>	... dass ich neue Inhalte zur Metaorganismus-Forschung gelernt habe.
<input type="checkbox"/>	... dass ich ein tieferes Verständnis erhalten habe, wie Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen zu neuen Erkenntnissen kommen.
<input type="checkbox"/>	... der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen.
<input type="checkbox"/>	... Spaß zu haben.
<input type="checkbox"/>	... dass ich Einblick in den Berufsalltag eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin bekommen habe.
<input type="checkbox"/>	... dass ich die Möglichkeit hatte, eine Universitätseinrichtung von innen zu sehen.
<input type="checkbox"/>	... dass der Unterricht in der Schule ausgefallen ist.

- ... dass aktuelle Ergebnisse und Themen aus der Forschung einen hohen Alltagsbezug zu meinem Leben haben.
- ... Anderes:

Vorstellungen zur Metaorganismus-Forschung

Die gehörten Vorträge am Darwintag stehen exemplarisch für Themen sowie Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler, die vornehmlich in Kiel forschen und neue Erkenntnisse zur Metaorganismus-Forschung beitragen. In der folgenden Skala geht es um deinen ersten Gesamteindruck zu diesem Forschungsfeld.

Bei der nachfolgenden Aufgabe sind Ihnen zwei entgegengesetzte Eigenschaften (z.B. aktuell – lange etabliert) vorgegeben, zwischen diesen beiden Begriffen finden Sie eine Skala, auf der Sie ankreuzen sollen, ob Sie nach ihrem Urteil über das Forschungsgebiet eher zur einen oder anderen Eigenschaft neigen.

Wenn Sie das Forschungsgebiet der METAORGANISMUS-FORSCHUNG zum Beispiel als „sehr aktuell“ wahrnehmen, würden Sie Folgendes ankreuzen:

	1	2	3	4	5	6	7	
aktuell	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	lange etabliert

Wenn Sie es jedoch als nur „etwas aktuell“ wahrnehmen, müssten sie Folgendes ankreuzen:

	1	2	3	4	5	6	7	
aktuell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	lange etabliert

Dementsprechend müssten Sie folgendermaßen ankreuzen, wenn Sie das Forschungsfeld als „etwas lange etabliert“ einschätzen:

	1	2	3	4	5	6	7	
aktuell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	lange etabliert

Wenn Sie meinen, dass keine der beiden Eigenschaften auf das Forschungsgebiet anwendbar ist, sollten Sie die Mitte ankreuzen. Ansonsten würden sie es eher in die eine oder andere Richtung der Skala ankreuzen.

Wie beurteilst du folgendes Forschungsgebiet:

METAORGANISMUS-FORSCHUNG

	1	2	3	4	5	6	7	
aktuell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	lange etabliert
uninspirierend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	anregend
wissenschaftlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unwissenschaftlich
unwichtig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	wichtig
übersichtlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	verwirrend
langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	interessant
sinnvoll	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	unsinnig
notwendig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	überflüssig
realitätsbezogen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	alltagsfern



Christina Claussen, Carolin Enzingmüller, Hinrich Schulenburg, Kerstin Kremer und Ilka Parchmann

Liebe Lehrerin, lieber Lehrer,

vielen Dank für die Bereitschaft zur Mitarbeit an unserem Projekt! Mit Ihrer Hilfe können wir außerschulische Lernortformate wie den Darwintag untersuchen und fortlaufend weiterentwickeln. Wir möchten Sie daher bitten, unsere Arbeit zu unterstützen, indem Sie den Fragebogen sorgfältig ausfüllen. Es gibt keine richtigen und falschen Antworten. Gerade Ihre persönliche Einschätzung ist uns wichtig! Ihre Angaben werden völlig vertraulich behandelt und nur unter dem unten erstellten Kennzeichen des Codes gespeichert.



Zu den Begriffen: Im Fragebogen wird Ihnen häufiger der Begriff „**Metaorganismus-Forschung**“ begegnen. Damit meinen wir:

Was ist ein Metaorganismus?

Der Metaorganismus bezeichnet einen Wirtsorganismus (z.B. ein Tier) plus die Gesamtheit der auf und in dem Wirt lebenden Mikroorganismen. Seit einigen Jahren wissen wir, dass alle größeren Organismen von Mikroorganismen besiedelt sind. Sie beeinflussen eine große Anzahl an biologischen Prozessen, die für den Wirtsorganismus lebenswichtig sein können. Die aktuelle Forschung versucht, diese Prozesse weiter aufzuklären.

Code:

Bitte erstellen Sie hier Ihren persönlichen Code: _____

Tag ihres Geburtsdatums

(Wenn ihr Geburtstag am „12.05.95“ ist, dann müssen Sie die „12“ eintragen.)

Der erste und letzte Buchstabe ihres Vornamens

(Wenn Sie „Max“ mit Vornamen heißen, müssen Sie „MX“ eintragen.)

Der erste und letzte Buchstabe ihres Nachnamens

(Wenn Sie „Mustermann“ mit Nachnamen heißen, müssen Sie „MN“ eintragen.)

Zur Person:

Mann

Frau

Anderes Geschlecht

Alter: _____ Jahre

Unterrichteter Schultyp: Gymnasium Gemeinschaftsschule Berufsschule

Wie viele Jahre (inkl. dieses Schuljahres) sind Sie schon als Lehrer/in tätig, inkl. Referendariat? _____ Jahre

Welche Fächer unterrichten Sie?

Wie viele Stunden in der Woche unterrichten Sie diesen Kurs im Fach Biologie?

Teilnahme am Darwintag

Werden Sie das erste Mal am Darwintag mit einer Klasse teilnehmen?

Ja

Nein, das

2.

3.

4.

5.

6.

Mehr als das 6. Mal

Wie haben Sie über den Darwintag erfahren?

Internet, E-Mail

Freunde oder Familie

Kollegen

Flyer, Plakate

Über andere Wege, nämlich: _____

Was waren für Sie ausschlaggebende Gründe sich dieses Jahr zum Darwintag mit einer Schulklasse anzumelden?

Binden Sie die Vor- und Nachbereitung des Darwintages in eine konkrete Unterrichtseinheit ein, die Sie derzeit durchführen?

Ja, und zwar: _____

Nein, weil: _____

Für welche Klassenstufe halten Sie das Angebot des Darwintages für besonders geeignet?

10. Klasse 11. Klasse 12. Klasse 13. Klasse

Könnten Sie uns dies kurz begründen? _____

Erwartungen zum Darwintag

	Am Besuch des Darwintages ist für mich besonders wichtig, ...	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	weder noch	stimme eher zu	stimme voll zu
01	... dass meine Schüler/innen neue Inhalte zur Metaorganismus-Forschung lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	... dass meine Schüler/innen ein tieferes Verständnis erhalten, wie Naturwissenschaftler/innen zu neuen Erkenntnissen kommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03	... dass meine Schüler/innen persönlichen Kontakt zu Naturwissenschaftlern/innen haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	...dass der Darwintag Anknüpfungspunkte zu den Fachanforderungen im Biologieunterricht herstellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	... dass meine Schüler/innen einen Einblick in den Berufsalltag eines Naturwissenschaftlers/in bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06	... dass Naturwissenschaftler/innen einen Alltagsbezug zum Leben der Schüler/innen herstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

07 ... Anderes:

Im Folgenden finden Sie Aussagen zum Darwintag. Beziehen Sie sich bitte bei den folgenden Angaben auf Ihre Klasse.

K i s o c	Vom Darwintag erwarte ich, ...	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	weder noch	stimme eher zu	stimme voll zu
01	...dass insbesondere interessierte Schüler/innen gefördert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	...dass insbesondere leistungsschwächere Schüler/innen profitieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03	...dass insbesondere Schüler/innen gefördert werden, die im Schulalltag wenig Interesse an Biologie haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	...dass insbesondere leistungsstärkere Schüler/innen gefördert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	...dass Schüler/innen, die sich ein Studium in diesem Bereich vorstellen können, gefördert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06	...dass Schüler/innen, die sich für den Beruf eines Naturwissenschaftlers/in interessieren, gefördert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07	...dass alle Schüler/innen gleichermaßen gefördert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Könnten Sie uns Ihre Einschätzungen kurz begründen? _____

Anhang F: Weitere Ergebnisauswertung der Explorationsstudie (Studie 1)

Was ist für Sie besonders wichtig, wenn Sie sich an einer Veranstaltung wie den Darwintag teilnehmen?	Zustimmung (%) m, N=94	Zustimmung (%) w, N=85
...dass ich ein tieferes Verständnis dafür bekomme, wie Wissenschaftler zu neuen Erkenntnissen kommen.	73.4%	56.5%
...dass ich Spaß habe.	61.8%	67.1%
...dass ich die Möglichkeit habe, einen Blick in eine Universitätsfakultät zu werfen.	60.6%	51.8%
...dass ich einen Einblick in den Arbeitsalltag von Wissenschaftlern erhalte.	54.3%	42.4%
...dass ich neue Inhalte über die Forschung an Metaorganismen lerne.	50.0%	36.5%
...dass die von den Wissenschaftlern vermittelten Ergebnisse und Themen eine hohe Relevanz für mein Leben haben.	44.7%	41.2%
...dass ich in persönlichen Kontakt mit Wissenschaftlern komme.	38.3%	31.8%
...dass ich nicht zum regulären Unterricht in der Schule gehen muss.	37.2%	50.6%
Was ist für Sie besonders wichtig, wenn Sie sich an einer Veranstaltung wie den Darwintag teilnehmen?	Zustimmung (%) S, N=96	Zustimmung (%) N-S, N=84
...dass ich Spaß habe.	67.7%	60.7%
...dass ich ein tieferes Verständnis dafür bekomme, wie Wissenschaftler zu neuen Erkenntnissen kommen.	66.7%	63.1%
...dass ich die Möglichkeit habe, einen Blick in eine Universitätsfakultät zu werfen.	54.2%	59.5%
...dass ich neue Inhalte über die Forschung an Metaorganismen lerne.	54.2%	31.0%
...dass ich einen Einblick in den Arbeitsalltag von Wissenschaftlern erhalte.	53.1%	42.9%
...dass die von den Wissenschaftlern vermittelten Ergebnisse und Themen eine hohe Relevanz für mein Leben haben.	51.0%	33.3%
...dass ich nicht zum regulären Unterricht in der Schule gehen muss.	38.5%	50.0%
...dass ich in persönlichen Kontakt mit Wissenschaftlern komme.	38.5%	31.0%

Anhang G: Kodierleitfaden für die Qualitative Inhaltsanalyse der Fokusgruppeninterviews (Studie 2)

KODIERLEITFADEN ZUR QUALITATIVEN UNTERSUCHUNG

Qualitative Inhaltsanalyse mit induktiver Kategorienbildung

Der Vorteil qualitativer Analysemethoden besteht in der offenen Sicht auf nicht erwartungskonforme Aspekte des Datenmaterials (Frommer & Rennie, 2006). Mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse und induktiver Kategorienbildung nach Mayring (2015) wird eine wenn möglich unvoreingenommene Sicht auf die Vorstellungen und Eindrücke der Schüler*innen und Lehrer*innen zu wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (*Nature of Science*) und Bakterien-Wirt-Beziehungen angestrebt. Die qualitative Herangehensweise mit induktiver Kategorienbildung ermöglicht eine nachvollziehbare, überprüfbare und systematische Datenauswertung durch die Paraphrasierung, Generalisierung und Reduktion der Aussagen in die Einordnung eines Kategoriensystems. Als Datenmaterial bzw. Analyseeinheit werden Fokusgruppeninterviews von Lehrer*innen (3 Fokusgruppeninterviews) und drei Klassen mit Oberstufenschüler*innen (4 Fokusgruppeninterviews) genommen. Ausgangspunkt der Analyse sind die wörtlich übernommenen Transkripte der Interviews.

Meine forschungsleitenden Fragen:

1) Inwieweit liegen Überschneidungen der Konzepte zwischen den befragten Gruppen (Oberstufenschüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen) vor und wie können diese in verbrückende Designrichtlinien für das zu entwickelnde Unterrichtsmaterial zum Darwintag eingehen?

2) Welche unterschiedlichen Deutungen lassen sich in den Fokusgruppeninterviews zu den drei befragten Gruppen (Oberstufenschüler*innen, Lehrer*innen und Wissenschaftler*innen) hinsichtlich der gleichen Kategorien wiederfinden und wie begründen sie dieses?

Analyse- und Kontexteinheit

In dieser Arbeit wird jedes einzelne Fokusgruppen-Interview mit den Schüler*innen und Lehrer*innen als Analyse- und Kontexteinheit gezählt.

Identifizierung relevanter Textstellen

Zu den relevanten Textstellen werden bezüglich der Forschungsfragen dieser Arbeit erstmal jede Äußerungen zu den Zitaten in der Hauptphase der Analyse gezählt.

Kodiereinheit

In dieser Arbeit wird als Kodiereinheit mindestens ein Satzteil, wenn möglich jedoch immer ein ganzer Satz und bestmöglich mehrere aufeinander bezogene Sätze aus einem Sinnzusammenhang angesehen. Sollte im Satz das Thema gewechselt werden und nicht in direkter Beziehung zu der relevanten Fragestellung der Arbeit steht, so wird dieser Teil nicht mit in die Kodiereinheit aufgenommen und gegebenenfalls an anderer Stelle kodiert oder ganz herausgelassen. Mit in die Kodiereinheit aufgenommen und als eine Kodierung angesehen wird es, wenn im Transkript mehrere aufeinander folgende Sätze den gleichen Inhalt ansprechen. Wiederholungen im späteren Verlauf des Transkripts werden im ersten Schritt generalisiert und ggf. später bei der Reduktion gestrichen. Bei Mehrfachnennungen werden diese bei der Reduktion zusammengefasst sowie Bewertungen, die nur in einem Teil der Nennungen erkennbar sind, mit übernommen. Ebenso findet eine Zusammenfassung der Kodiereinheiten statt,

wenn die Person das gleiche Konzept im Laufe der Fokusgruppeninterviews nochmal anspricht oder darauf verweist. Dieses kann dann als eine Einheit zusammengeführt werden. Nicht zulässig ist das Auseinanderreißen von Sätzen innerhalb eines Sinnzusammenhangs, der vielleicht für sich auch an anderer Stelle so stehen könnte. Die Kodiereinheiten müssen immer in Bezug auf die Leitfragen und den Sinnzusammenhang des Gespräches innerhalb der Fokusgruppen analysiert werden.

Kategorienbildung

Bei dieser Arbeit wird eine induktive Kategorienbildung nach Mayring (2015) durchgeführt, die zunächst wenn möglich so nah wie möglich am Text bleibt. Zu Beginn wird ein möglichst niedriges Abstraktionsniveau angestrebt, sodass vermieden werden soll, dass bereits zu fern vom Text bearbeitet wird und dies die weitere Datenauswertung behindern könnte. Wenn eine neue Textstelle auftritt, die für die Fragestellung relevant ist, dann sollte zuerst geprüft werden ob es dazu schon eine bereits existierende Kategorie gibt, in die die Textstelle gut passt und eingeordnet werden. Eine Hilfe können Ankerbeispiele oder schon bereits eingeordnete Beispiele sein. Sollte die Textstelle in keine bereits existierende Kategorie eingeordnet werden können, wird einfach eine neue Kategorie angelegt und die Textstelle darin eingeordnet (gemäß den Regeln der Kategorienbildung). Zur Veranschaulichung des Verfahrens siehe Abbildung 2.1.

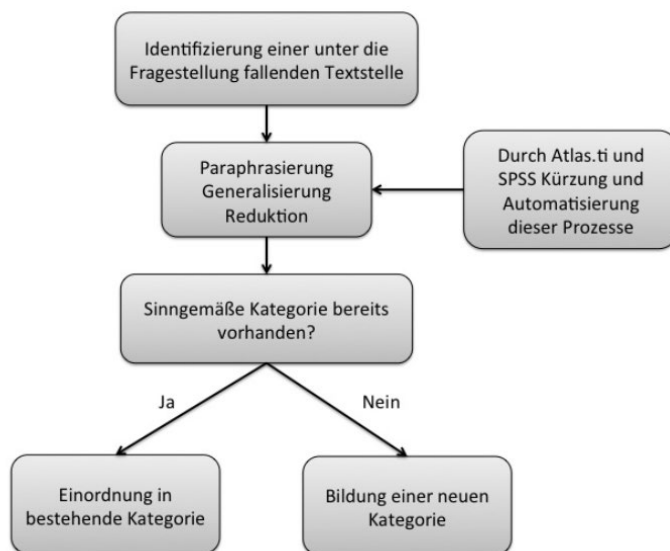


Abbildung 2.1.: Darstellung des Kodierprozesses

(aus der Dissertation Jokinen, 2014)

Interrater-Reliabilität

Zu den allgemeinen Gütekriterien wissenschaftlicher Arbeit gehört neben der Objektivität und Validität, auch die Reliabilität. Dieses sagt aus, wie genau ein Verfahren das anzusprechende Merkmal erfasst. Um die Reliabilität des Datenmaterials zu überprüfen, wird ein Teil der Transkripte von einer weiteren Person kodiert und nach den Übereinstimmungen beider Personen geschaut. Dieses Überprüfungsverfahren nennt sich Interrater-Reliabilität und das dazugehörige statistische Maß *Cohen's Kappa*. Mit Hilfe von *Cohen's Kappa* kann die Konkordanz mit Beachtung der per Zufalls zu erwartenden Übereinstimmung eines Raters errechnet werden. Die Interrater-Reliabilität ist bei qualitativen Verfahren eine bewährte Methode, um die Reliabilität zu validieren. Diese Interrater-Reliabilität nimmt dabei einen Wert zwischen -1 und 1 ein. Der Wert 1 zeigt eine perfekte Übereinstimmung beider Rater an, der Wert -1 eine keine Übereinstimmungen. Zur weiteren Einordnung des Kappa-Wertes weist die Fachliteratur ein nicht einheitliches Bild auf. Im Allgemeinen spricht man bei einem Kappa-

Wert ab etwa 0,6 von einer guten Übereinstimmung, zeigt der Wert Übereinstimmungen höher als 0,75 kann sogar von einer sehr guten Übereinstimmung gesprochen werden (vgl. Wirtz & Caspar, 2002).

In dieser Arbeit wird angestrebt, dass für die Berechnung der Interrater-Reliabilität nach Ausarbeitung des Kategoriensystems und Prüfung der Kodierregeln weitere zwei Interviews pro Kategoriensystem, also 20-30% des Materials, durch eine weitere Person unabhängig voneinander kodiert werden. Diese Überprüfung der Reliabilität erfolgt mittels *Cohen's Kappa*. Bei der Berechnung wurden nur Kategorien berücksichtigt, bei der zumindest ein Rater mindestens fünf (hier erstmal auch mindestens 2 Kodierungen anfangen) Kodierungen eingeordnet hat. Niedrigere Zuordnungen verweisen bei der Berechnung von *Cohen's Kappa* weitaus höhere Unzuverlässigkeit auf, die dadurch vermieden werden sollte.

Kodierleitfaden zu Bakterien-Wirt-Beziehungen

Ausgangsfrage	Übergeordnete Kategorie	Hauptkategorie	Kodierregel	Ankerbeispiele am Beispielthema von Berufen
<p><u>1. Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen:</u> Wir sind alle untrennbar mit einer komplexen mikrobiellen Gemeinschaft verbunden und abhängig von dieser Interaktion. [Man könnte es als 'romantische Beziehung' beschreiben].</p> <p>Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:</p> <p>Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit der Abhängigkeit von Wirt und Bakterien beschäftigen?</p>	Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn eine zweiseitige Bezugnahme beider Akteure formuliert wird, bei denen eine Art von Abhängigkeit besteht.	Also eigentlich profitieren doch beide von dem Handel. Ich bekomme frische Milch direkt vom Landwirt und dieser kann mir seine Milch direkt verkaufen ohne von einem Zwischenhändler abhängig zu sein.
		Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn eine einseitige Bezugnahme des einen Akteurs zum anderen Akteur handelt, bei dem eine Art von Abhängigkeit besteht.	Also damit ich Milch trinken kann, braucht es ja überhaupt erstmal einen Landwirt, der seine Kühe jeden Tag melkt und die Milch dann an einen Supermarkt verkauft, in den ich dann einkaufe.
		Gar kein Abhängigkeitsverhältnis	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es keine Art von Abhängigkeit unter den beiden Akteuren gibt.	Ich sehe da gar keine Abhängigkeit zwischen dem Beruf des Landwirtes und dem Verbraucher*in im Supermarkt.
<p><u>2. Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen:</u> Wir müssen wegkommen von diesem Stigmata gute vs. schlechte Bakterien: Die meisten Bakterien sind weder gut noch schlecht - sondern 'neutral'.</p> <p>Zum Ausgangszitat</p>	Überwindung des Stigmata „gute vs. böse Bakterien“	Herausforderungen zur Überwindung des Stigmata	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es um die Formulierung von Schwierigkeiten beim Überwinden der Stigmata „gute vs. böse Bakterien“ geht.	Viele gehen beim Berufsbild eines Naturwissenschaftlers*in immer noch von dem klassischen „Nerd“ im Labor aus, aber das stimmt überhaupt gar nicht mehr heutzutage.
		Wege zur Überwindung des Stigmata	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es um Wege zur Überwindung der Stigmata „gute vs. schlechte Bakterien“ geht wie zum Beispiel die Umsetzung in Klassenraum.	Um Aufzuräumen mit dem Klischeebild eines Naturwissenschaftlers*in wurden bei der Berufsmesse viele verschiedene Wege zum Berufsbild „Naturwissenschaftler*in“ gezeigt.

wurde die folgende Leitfrage gestellt: Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit der Überwindung des Stigmata „gute vs. böse Bakterien“ beschäftigen?				
<p><u>3. Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen:</u> Zur Verbesserung des schlechten Images von Bakterien: Konkrete Beispiele für gute Auswirkungen von Bakterien zeigen. [Also die Vielfalt der Bakterien in verschiedenen Kontexten verdeutlichen.]</p> <p>Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:</p> <p>Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit didaktischen Zugängen zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien-Wirt-Beziehungen beschäftigen?</p>	<p>Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien</p>	Thematische Zugänge	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es um Vermittlungswege zur positiven Auswirkung von Bakterien mit Hilfe von kontextbezogenen Inhalten z.B. über Pflanzen, Organismen oder Umweltfaktoren geht.	Besonders interessant fand ich auch den Vortrag einer Köchin über die Herstellung einer Friesentorte und wie das am besten gelingt.
		Anthropozentrische Zugänge	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es um Vermittlungswege zur positiven Auswirkung von Bakterien mit Hilfe des Bezuges zum Menschen geht.	Ich finde Vorträge von Berufen, die direkt einen Bezug zu mir und meinem Alltag herstellen, immer am interessantesten.
		Methodische Zugänge	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es um methodische Vermittlungswege zur positiven Auswirkung von Bakterien mit Hilfe von Exponaten, Experimenten oder Abbildungen geht.	Ich fand den Stand auf der Berufsmesse besonders gut, wo wir einmal selber ins Mikroskop schauen konnten und gesehen haben, dass Plankton so vielfältig aussehen kann.
		Emotionale Zugänge	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn es um emotionale Vermittlungswege zur positiven Auswirkung von Bakterien mit Hilfe von Emotionen wie Ekel, Angst oder Freude geht.	Der Vortrag auf der Berufsmesse über diese ekligten Bilder von Insekten auf dem Haufen hat mich schon etwas abgeschreckt.

Kodierleitfaden zu *Nature of Science*

Ausgangsfrage	Übergeordnete Kategorie	Haupt-kategorie	Kodierregel	Ankerbeispiele am Beispielthema von Berufen
<p><u>1. Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen:</u> Wir arbeiten vor allem viel interdisziplinär und international. Dabei füh-</p>	Interdisziplinarität	Schulische Wahrnehmung interdisziplinären Arbeiten in der Forschung	Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn hier Bezüge zur Interdisziplinarität in der Forschung genannt werden und wie diese in der	Viele verschiedene Einblicke in Berufe, auch über verschiedene Fachgebiete hinweg, würden mich schon interessieren. Besonders kann ich es dann auch besser nachvollziehen.

<p>ren wir die fachlichen Perspektiven zusammen, um über die großen Zusammenhänge nachzudenken. (...) Oft kommen uns dabei kreative Ideen, wie wir das Problem lösen können.</p> <p>Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:</p> <p>Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit der Vermittlung von Interdisziplinarität ausgehend von der Forschung beschäftigen?</p>			<p>Schule wahrgenommen werden.</p>	
<p><u>2. Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen:</u> Empfehlung: Erzählen Sie [über das Arbeiten eines Wissenschaftlers/in] als eine Art Reise mit großartigen Erfahrungen, mit Hindernissen und den Umgang damit, aber auch was am Ende dabei herauskommt.</p> <p>Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:</p> <p>Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit wissenschaftlichen Prozessen und ihrer Darstellung beschäftigen?</p>	<p>Vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse</p>	<p>Herausforderungen</p>	<p>Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn Hindernisse zur Vermittlung vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse angesprochen werden.</p>	<p>Ich finde unsere Lehrkraft könnte noch vielmehr das Thema „Berufsorientierung“ im Unterricht durchführen und aufzeigen, was es so alles an Möglichkeiten von Berufen rund um Biologie gibt.</p>
<p><u>3. Ausgangszitat der Wissenschaftler*innen:</u> Du denkst, wir wissen viel? Wir wissen nichts! Es gibt</p>	<p>Schulischer Umgang mit ungelösten Problemen in der Wissenschaft</p>	<p>Herausforderungen</p>	<p>Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn Hindernisse zur Vermittlung des Themas „Offenheit von Wissenschaft“ im Unterricht angesprochen werden.</p>	<p>Durch die vielfältigen Einblicke in verschiedene Berufe kann ich mir jetzt viel besser ein Gesamtbild von dem Beruf machen und differenzieren, was ich eigentlich später machen möchte.</p>
<p>Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:</p>		<p>Zugänge</p>	<p>Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn Wege wie man vielfältige Einblicke in Forschungsprozesse vermitteln kann aufgezeigt werden.</p>	<p>Durch die vielen praxisnahen Beispiele von Berufen aus dem Gesundheitsbereich konnte ich mir dieses viel besser vorstellen.</p>
		<p>Chancen</p>	<p>Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn Chancen durch die Vermittlung vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse aufgezeigt werden.</p>	<p>Durch die vielfältigen Einblicke in verschiedene Berufe kann ich mir jetzt viel besser ein Gesamtbild von dem Beruf machen und differenzieren, was ich eigentlich später machen möchte.</p>

<p>noch so viele Probleme/Fragen, die gelöst werden müssen.</p> <p>Zum Ausgangszitat wurde die folgende Leitfrage gestellt:</p> <p>Welche Aussagen lassen sich in den Daten wiederfinden, die sich mit dem schulischen Umgang von ungelösten Problemen in der Wissenschaft beschäftigen?</p>		<p>Chancen</p>	<p>Textstellen des Datenmaterials werden dieser Kategorie zugeordnet, wenn Chancen durch das Vermitteln des Themas „Offenheit von Wissenschaft“ angesprochen werden.</p>	<p>Durch die Fokussierung auf Karriereaspekte kann ich viel besser verstehen, wie die Unterschiede zwischen den Berufen sind und was ich denn eigentlich möchte.</p>
---	--	----------------	--	--

Anhang H: Interviewdaten der Schüler*innen (Studie 2)

Interview mit Schüler*innen (SuS1) - Transkription

C: Leitung

A: Unterstützung der Leitung

SuS.: Mr.; S. ; Mi.; Y., ; MI.

Transkribiert wurden die Arbeitsphasen und Gespräche dazwischen. Der Chat wurde an passender Stelle eingefügt. Nachrichten aus dem Chat sind kursiv.

Arbeitsphase 1:

(Begrüßung und Einleitung)

MI: Kam später dazu, deshalb gibt C. eine kurze Einführung in die Arbeitsphase.

C: MI. Brauchst du noch eine kurze Einführung?

MI: Erstmal hallo.

C: Hallo.

5 **M:** Ich hab das eben mitbekommen. Ich war nur auf dem I-Pad gerade drauf. Mein Laptop hat nämlich zu wenig Strom gehabt und ich musste jetzt mein Ladekabel suchen.

C: Achso, kein Problem. Schön, dass du da bist. Also wir können uns gerne duzen. Ich bin Christina. Gerade geht es um eine Arbeitsphase, wo ich gerne eure Meinung dazu hören möchte. Du siehst hier so einen Link, da steht padlet.com mit so drei Aussagen, die haben wir von Wissenschaftlern und ich möchte gerne eure Meinung dazu hören. Was du so direkt dazu sagst. Und wenn du darauf gehst, da sind so zwei große Arbeitsaufträge: das eine für die erste und das andere für die zweite. Da sind so drei Aussagen und da möchte ich gerne deine Meinung zu hören. Also welche Themen zu Bakterien habt ihr allgemein schon im Unterricht gemacht oder was findest du daran interessant und wie ist deine Meinung zu den Statements.

10

15 **MI:** Alles klar. Wie viel Zeit ist dafür ungefähr angelegt?

C: Also ich hab jetzt erstmal 15 Minuten gesagt. Da sind jetzt schon 4 Minuten von vorüber. Da müsst ihr gleich mal schauen, ob das ausreicht. Dann haben wir insgesamt 20 Minuten.

MI: Ich frag nur, weil ich unglaublich lange brauche, um Dinge abzutippen. Deshalb kann das bei mir ein bisschen länger dauern. Gibt es danach eine kurze Besprechung, sonst versuche ich das vernünftig groß zu schreiben.

20

C: Was meinst du? Ob es noch eine Besprechung gibt?

MI: Wenn es das gäbe, würde ich versuchen mich da zu engagieren und jetzt nur schnell was abtippen.

C: Ja, eben gerade war eher so die Meinung, dass man jetzt tippt. Aber wir können auch gerne diskutieren. Ich finde das ganz witzig. Als wir den Workshop mit den Wissenschaftlern und Lehrern hatten, waren die alle sehr diskussionsfreudig und wollten nicht so viel tippen und hier kam eher so die Rückmeldung mehr so tippen und weniger diskutieren.

25

MI: Ja, wenn man den ganzen Tag zusammensitzt, hat man vielleicht nicht so die Lust, zu diskutieren. Mein Problem ist nur, dass ich anders nicht so gut kann, aber ich versuch es trotzdem mal. Alles klar. Dann bis gleich. Drin bleiben sollen wir aber schon noch?

30 **C:** Ja, genau.

A: Aber wenn ihr besser auf Ideen kommt, wenn wir drüber reden, können wir auch gerne drüber reden. Also ihr müsst uns beim Reden keine krassen Vorträge halten. Wenn ihr einfach sagt, mein Gefühl ist da so oder so oder das sehe ich anders, dann kann das ja schon helfen. Also mir hilft das immer. Wir benoten euch ja auch nicht oder so, sondern ein ganz lockeres Gespräch. Also MI. Wenn
35 du sagst, es hilft dir mehr drüber zu reden, dann können wir das gerne machen. Nur so als Vorschlag für euch.

C: Also wir sind da ganz offen. Das was ihr gerne mögt.

S: Kann man die Texte von anderen auch sehen oder nur das, was man selber schreibt?

C: Ne, man kann die Texte von anderen auch sehen. Könnt ihr das gerade nicht sehen? Erstes Zitat,
40 Zweites Zitat.

S: Also ich weiß nicht. Kann auch sein, dass ich der einzige bin, der bisher was geschrieben hat, aber ich seh da sonst nichts.

C: Ja, ich seh auch nur das.

MI: Ja, ich kann auch nur deins sehen. Ich weiß nicht, wenn die anderen nicht so richtige Lust haben, drüber zu reden. S., hast du vielleicht Lust drüber zu reden? Deine Meinung ist sicher sehr interessant
45 bei dem Thema, gerade bei dem Thema Bakterien.

S: Ich weiß halt, dass es Bakterien gibt, ohne die wir nicht überleben können. Und das ist mir halt eingefallen als ich das erste Zitat gelesen hab.

MI: Beim ersten Zitat ist mir direkt eingefallen, dass das ein bisschen seltsam geschrieben ist mit den
50 romantischen Beziehungen. Weil ich jetzt in letzter Zeit etwas gehört habe, also wieder gehört habe, dass ja auch einige Zellen das unfreiwillig machen, dass eine Beziehung zwischen uns und den Bakterien herrscht. Ich hab mal gehört, das klang für mich wie eine wilde Theorie, dass Bakterien, Darmbakterien, uns beeinflussen können durch irgendetwas, irgendeinen Prozess. Und damit unsere Entscheidungen, was Essen oder irgendwas betrifft, beeinflussen. Was ich da faszinierend fand, das wirkt für
55 mich manchmal, wenn ich da jetzt den Begriff romantische Beziehung höre, eher wie eine leicht toxische Beziehung. Ich meine, es gibt beim Essen ja auch Mittel, wenn wir jetzt an Pommes denken, die nicht direkt süchtig machen, aber auch nicht gut für einen sind, da denkt man so: Ja, die sind jetzt so, dass man sie eher isst als andere Sachen, weil sie besser schmecken. Nicht weil sie besser sind, sondern weil sie halt so ein Chemiezeug in sich besitzen. Und wenn man sich dann noch überlegt, dass Bakterien
60 dazukommen, die, wenn man dieser Theorie Glauben schenkt, dann auch noch unser Essen beeinflussen, dann halt ein großes Problem hat. Das dann auch interessant sein kann, nicht nur im biologischen Sinne. Sondern auch in dem weiteren. Auch chemischen oder wenn man das wirtschaftlich oder politisch betrachtet, im rein politischen Sinne. Ich mein, überleg mal, wenn Unternehmen oder auch einfach
65 Regierungen zum Beispiel Menschen beeinflussen können. Nicht indem sie Werbung oder so stellen sondern indem sie in ihr Essen bestimmte Sachen reinpacken oder indem sie vielleicht so rohe Bakterien reinpacken. Was wahrscheinlich seltsam und auch illegal wäre, aber ja. Deswegen hab ich mich gerade daran erinnert, gerade wegen der Darmbakterien.

C: Ganz interessanter Punkt. Ich sag da sonst gleich nochmal was dazu. Was sagst du denn MI. zum zweiten oder dritten Zitat? Hast du da auch eine Meinung zu?

MI: Naja, ich finde das dritte Zitat – Moment, ich guck nochmal, ob ich das richtig gelesen habe. Ja, Bakterien sind ja an sich. Das Problem ist ja eigentlich eher, dass ist das wo ich früher immer Bakterien und Bakterium verwechselt habe und dann direkt dachte, dass muss ja schlecht sein, dass kann uns ja befallen. Ja, eigentlich sind Bakterien ja insofern schlecht, dass sie sich von Menschen ernähren und

wenn man jetzt die Theorie, die These aufstellen kann, dass der Mensch ja an sich. Also der Mensch, nicht das was in uns drin lebt, dadurch beraubt wird, dass andere Tiere – nicht Tiere sondern Lebewesen – in uns drin leben, nämlich Bakterien und unsere Nährstoffe [MI. Wird angerufen]. Kurz und knackig: Ich glaube, dass es schwierig ist zu sagen, dass Bakterien weder gut noch schlecht sind, aber wenn man meint, dass der Prozess von Symbiose oder in manchen Fällen ist es halt der Prozess von einem ungleichen Austausch schlecht ist, dann glaube ich, dass Bakterien eher schlecht sind. Und man muss auch sagen, ich weiß es nicht wie viel Prozent das sind, aber soweit ich mich erinnere, ist es so, dass Bakterien dadurch schlecht sind, dass sie sich halt vermehren im Körper. Die Stoffe, die uns schaden, ausscheiden und Sachen, die wir brauchen zum Überleben, aufnehmen. Ja, ich meine, ich weiß jetzt nicht wie es beim Darmbakterium ist. Ich glaube, die schaden uns ja nicht aktiv. Zumindest nicht so, dass wir dadurch sterben. Aber das ist ja auch ein bisschen wie ich bei Zitat eins gesagt habe, dass es da ja auch durchaus zum Schaden kommen könnte, wenn man sich schlecht ernährt zum Beispiel. Also ich glaube, es ist wenn man wirklich sicher sein möchte, da ich jetzt keine Studien rumliegen habe, die man abfragen kann, würde ich sagen, dass Bakterien halt neutral sind, da es eine Frage ist, wie man sie anwendet. Ich kann mir durchaus vorstellen, dass auch Bakterien, ich weiß jetzt kein gutes Beispiel, Krankheitserreger befallen. War es Malaria? Ich weiß es jetzt nicht, egal. Aber Krankheiten bei anderen Tieren mit einem anderen Metabolismus in einem anderen Körper durchaus hilfreich sein können. So ganz abstrakt, Science Fiction mäßig.

C: Du meinst es kommt auf die Umgebung drauf an? Wo zum Beispiel ein Bakterium auch ist?

MI: Ich meine auch einfach, es kommt nicht auf die Umgebung an, sondern wie man das Bakterium halt irgendwie beeinflusst als Körper. Also nicht nur auf die Umgebung sondern auf den aktiven Einfluss auf das Bakterium. Aber vor allem auf die Umgebung. Ich bin jetzt mal kurz ruhig, ich sag immer zu viel. Ich monologisiere.

C: Aber das ist super interessant. Danke für deine Wortmeldung.

S: Ich hatte beim zweiten Zitat eher das Gefühl, dass es so gemeint ist, dass man das Gefühl kriegt, dass alle Bakterien böse sind oder so. Aber letztendlich versuchen sie ja auch nur zu überleben oder na gut, vielleicht können sie nicht drüber nachdenken, weil sie Einzeller sind, aber Stoffwechsel müssen sie ja auch betreiben und dabei werden halt Stoffe ausgeschieden. Und die können halt gar keinen Effekt auf uns haben oder einen positiven oder negativen. Und darum hab ich das eben so verstanden, dass man nicht sagen kann, es gibt nur böse Bakterien. Sondern es gibt halt Bakterien und deren Einfluss in unserem Körper kann halt negativ, kann auch positiv sein. Kann sich aber auch einfach gar nichts verändern.

MI: Naja, also ich finde es schwierig, das so zu sagen. Es stimmt natürlich, das will ich gar nicht in Frage stellen. Aber ich glaube, es ist schon, naja, wie kann man das jetzt sagen, was ich sagen möchte, dass es richtig ist. Aus dem Biologieunterricht habe ich halt einfach mitgenommen, dass Bakterien hilfreich sein können unter den richtigen Bedingungen. Und ich glaube eigentlich, dass jedes Bakterium schon eingeteilt werden kann, nicht in böse oder gut wie es da dargestellt wird. Das habe ich auch nie so gesehen. Sondern in nützlich und nicht nützlich. Natürlich ist das jetzt, wenn man das betrachtet, alles ein bisschen schwierig. Auch vor allem weil Bakterien ja keine Lebewesen sind, also keine klassischen Lebewesen, Mehrzeller halt. Und Bakterien ja auch nicht irgendeine Zivilisation oder in der Richtung halten. Und wenn ich jetzt so drüber nachdenke, und es jetzt ganz weit treiben möchte, kann man ja sagen, dass Bakterien wirklich nur überleben wollen und dass unser Körper aktiv dagegen vorgeht. Um mal einen gesellschaftlichen Vergleich zu schaffen: Unser Körper ist da im Prinzip wie ein totalitärer Staat, ganz viele Dinger die gezwungen werden zu machen und getötet werden, wenn sie irgendwas anders tun oder sich anders verhalten als es die Norm ist. Und dann halt einige, die von außen kommen, andere Gruppen oder was auch immer und dann eigentlich nur leben und vielleicht ein wenig Schaden anrichten, aber nicht wirklich schlimm sind. Und der Körper dann reagiert mit wirklich einer

totalen Mobilisierung und total aggressiv gegen sowas vorgeht wie halt eine Gesellschaft, die sehr xenophob vorgeht. Ich finde, dass das je nachdem um welches Verhältnis es geht und man sich befindet und je nachdem wie die Viren sich dann auch verhalten im Körper, man anders drüber urteilen kann. Es kommt auch gerade darauf an, welche Sicht man auf den menschlichen Körper hat und wie man meint, mit welcher Perspektive man guckt. Also wenn man aus der Perspektive einer Zelle sieht oder eines Viren, eines Bakteriums selbst, wenn man es als ein Individuum versteht und nicht nur als ein gehirnloses Ding, dann finde ich, dass S. recht hat, dass Bakterien nur überleben wollen, in dem Sinne. Wenn man jetzt aber das aus einem Blickwinkel eines Organismus betrachtet, dann würde ich meinen, dass es wirklich nur nützliche und nicht nützliche gibt. Und nicht von wegen Bakterien, die nur überleben wollen. Weil es dann halt eine Frage des Überlebens für den Organismus darstellt. So. Ich hoffe, das war jetzt nicht zu viel.

C: Nein! Danke für deine Gedanken. Das ist auf jeden Fall schon sehr differenziert, dass du oder ihr das so dargestellt habt.

A: Du oder ihr hattet eben schon angedeutet, dass ihr das in der Schule hattet. Was hattet ihr denn da genau in der Schule in dem Bezug? Und könnt ihr euch da noch erinnern, wann und wie ihr das hattet?

Mi: Vielleicht kann S. da noch mehr dazu sagen. Ich hab die meisten Informationen so ein bisschen dazu von überall hergeholt und mich im Unterricht, als wir zu Zeiten von Corona und Online-Schule Zuhause sein mussten, dazu einfach sehr, sehr viel gelesen und auch geschaut und im Unterricht dann auch mitgemacht, aber leider nicht so viel wie ich hätte sollen. Darum weiß ich nicht mehr genau. S. hat immer sehr viel mitgemacht, das weiß ich noch und eigentlich auch die anderen, die jetzt noch da sind und die müssten mehr dazu sagen können. Was ich aber sagen kann ist, dass wir das Thema behandelt haben. Das Immunsystem behandelt haben. Auch schon vorher, bevor Corona so schlimm wurde, schon sehr lange vorher durchgenommen haben. Und ich mir daraus und eben aus anderen Sachen ein Bild erschlossen habe. Aber das konkrete Beispiel gerade mit diesem Vergleich zwischen Körper und Gesellschaft, das hab ich woanders her. Das war so das. Aber auch nicht aus so einem Wissenschaftsteil, erstaunlicherweise. Sondern aus einem Science-Fiction Bereich. Ich weiß aber ganz sicher die Reaktion des Körpers auf Viren, und auch Bakterien, aber vor allem Viren und auch die Art wie Bakterien auch im Körper leben mehrfach angesprochen haben, weil es halt in jedem Bereich wichtig ist.

C: Ja, das ist doch schon mal. Das ist aus meiner Sicht auf jeden Fall schon mal gut zu hören, dass ihr schon mal drüber gesprochen habt. Das ist auf jeden Fall nicht überall in den Klassen so gewesen. Danke.

Mi: Eine Sache noch kurz: Ich ruf kurz denjenigen zurück, der mich gerade angerufen hat die ganze Zeit. Da bin ich kurz weg, bin gleich wieder da.

C: Ja, bis gleich. Mich würde natürlich auch interessieren; ich frag da einfach mal direkt: Y. und Mi., S. hat ja auch schon mal was gesagt. Würdet ihr den Aussagen von Mi. zustimmen oder habt ihr euch beim Padlet dementsprechend dazu geäußert? Oder wie ist da so eure Meinung?

Mi: ja, ich kann da nur zustimmen.

C: Kurz und knackig, ok.

Y: Also ich hab da jetzt nicht viel zu widersprechen. Ich fand auch diese romantische Beziehung, also ich weiß das hat Mi. Vor ein paar Minuten gesagt, das war jetzt nicht das, was er gerade gesagt hat. Aber das fand ich auch ein bisschen komisch als Formulierung. Aber sonst dem was gesagt wurde kann ich nur zustimmen.

165 **A:** Dann noch einmal eine Nachfrage an euch beide vielleicht: Wenn ihr an Bakterien denkt woran denkt ihr denn da zuerst?

Mi: An Darmbakterien.

170 **C:** Und dann hab ich nochmal eine Nachfrage: Wenn es das Thema so Bakterien gibt, würdet ihr sagen oder würdet ihr es am Interessantesten finden, wenn es immer mit dem Thema Menschen verbunden ist oder ist es für euch auch interessant das mal bei anderen Organismen zu sehen wie bei der Maus oder dem Schwamm oder der Katze? Also inwieweit muss für euch der Bezug zum Menschen immer da sein, um so ein Thema wie Bakterien, damit so ein Thema interessant ist?

175 **Y:** Also ich glaub, da muss eigentlich gar kein Bezug sein, solange das interessant ist. Wir hatten auch einmal, ich weiß nicht, ob die anderen das erwähnt haben, aber einmal irgendwie den Tintenfisch, der mit Bakterien so leuchtende Sachen produziert hat nachts. Das war zum Beispiel voll interessant und das hatte ja nichts mit dem Menschen zu tun.

C: Ja, S. du hast dich auch noch gemeldet.

180 **S:** Ja, ich wollte auch auf das mit den Bakterien und den Tintenfischen eingehen, weil ich halt einfach, also ich finde das muss nicht mit den Menschen zusammengehören. Ich würde es mal spannend finden Beispiele von Bakterien zu hören, die vielleicht irgendwas Besonderes können von denen man vielleicht auch nicht weiß wie diese Leuchtbakterien. Ja.

A: Wären für euch in die Richtung auch Experimente interessant? Also wenn mit Bakterien irgendwie experimentieren oder so?

S: Ich muss die Frage nochmal hören.

185 **A:** Alles gut. Also ob ihr in der Schule schon mal Experimente mit Bakterien gemacht habt und ob ihr es auch interessant findet dahin in die Richtung was zu machen? Also es gibt so kleine Experimente, die man machen könnte oder die es so gibt, besonders im Ernährungsbereich zum Beispiel.

S: Also soweit ich mich erinnere, haben wir da keine Experimente gemacht, aber vielleicht habe ich das auch vergessen. Generell finde ich sowas sehr interessant, ich frag mich nur was man da machen könnte. Jetzt außer vielleicht, das man eine Bakterienkultur auf einem Nährboden wachsen sieht.

190 **Mi:** Hatten nicht wirklich welche.

C: Ja, spannend. In Betracht der Zeit, die ist jetzt nämlich vorbei, die 20 Minuten: Wollt ihr eine kurze Pause haben oder wollen wir direkt in das andere Thema steigen? Beziehungsweise habt ihr noch irgendwas zu den Bakterien-Wirt-Beziehungen was ihr noch einmal sagen wolltet? Anbringen möchtet?

195 **Mi:** Es ist sowohl zu dem Design als auch zu dem Aussageschema. Zu den Bakterien, die man selbst: Ich will es nicht verwechseln. Bakterien waren doch die, die Dna selbst in sich tragen und sich auch selbst bewegen können, zum Teil zumindest?

C: Genau, ja.

Mi: Dann hab ich nichts Falsches gesagt. Das freut mich.

200 **C:** Ja. Bakterien können zum Beispiel auch lernen. Also wenn man zum Beispiel Experimente macht oder man überlegt zum Beispiel: teilweise gibt es in Universitäten, wo man sich auch mit dem Klimawandel auseinandersetzt, forscht man auch ganz viel an Bakterien. Wie man die auch resistenter gegenüber verschiedenen außerordentlichen Temperaturen und verschiedenen Parametern macht. Und Viren gehören nicht zu den Lebewesen. Viele bringen das nämlich durcheinander. Sind halt keine Organismen bzw. Lebewesen nach dem Standard, was man in der Biologie ansetzt. Die brauchen jemand
205 anderen zum Überleben.

MI: Sind ja im Prinzip eigentlich nur solche Sporen, also vereinfacht gesagt. Also nicht einmal Sporen, weil Sporen ja selbst immer noch eine Zellausstattung. Eigentlich ist es nur so eine Hülle mit etwas Zeug drin, das sich irgendwo einpflanzt.

C: Genau.

210 **MI:** Zu dem Plakat: Wo habt ihr eigentlich diese Zitate her?

C: Die haben die Wissenschaftler gesagt. Also wir hatten einen Workshop, achso du warst Anfang gar nicht dabei MI. Also ich hab in einem Workshop mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen geredet und die haben in diesem Workshop gesagt: „Ok, diese Sachen“ Also wir haben denen Aussagen gegeben und die haben gesagt: „Ok, so würde ich darauf reagieren.“ Und ich hab dann gesagt: „Ok, diese Sachen sind doch ganz interessant, die möchte ich Schülern mal geben und hören, was die dazu sagen. Sehen die das denn auch so?“ Weil Lehrer teilweise gesagt haben: „Ja, ich glaube, dass meine Schüler da vielleicht Probleme haben oder ich glaub, dass die das so und so einschätzen“ und jetzt will ich natürlich wissen: Seht ihr das denn auch so oder habt ihr gewisse Sachen einfach schon mal besprochen und deswegen kommt das direkt von den Wissenschaftlern. Und zwar aus dem Sonderforschungsbereich die direkt damit forschen also mit verschiedenen Organismen wie C. Elegans, Hydra, Mäusen und an Bakteriensachen. Daran eben forschen und quasi die Experten sind in dem Bereich.

215

220

MI: Hast du gerade Hydra gesagt?

C: Ja. Genau. Kennst du Hydra?

225

MI: Ich verwechsle da gerade glaube ich was, aber ich muss da an dieses mythologische Wesen denken mit den vielen Köpfen.

C: Ja, also Hydra ist ein Süßwasserpolymp und das ist ein Modellorganismus, weil der quasi unsterblich ist. Also der kann sich immer wieder erneuern, seine Zellen und deswegen ist der ganz interessant, auch zu gucken wie der sich ständig wieder erneuert.

MI: Also macht der das wie Quallen? Das der sich aufgelöst wird oder macht er das durch Stammzellen?

230

C: Genau, Stammzellen sind das. Ja und dann ist es aber so, dass er Teile immer neu bilden kann, wenn die quasi fehlerhaft sind oder abgetrennt werden.

235

MI: Ich hab daran gedacht, dass es ja vielleicht ist wie bei einigen Tieren, wie zum Beispiel Bienen, dass die sich ja rein praktisch umwandeln von einem Tier in ein anderes durch so eine Art komplette Metamorphose. Also eine echte Metamorphose halt. Weil bei Quallen gab es sowas ähnliches, aber es gibt so einige Tiere, die das nur so teilweise machen können, also das es dann nachwächst – ein Organ oder so ein Körperteil. Ich glaube, dass war bei diesen Axolotl, dass die nachwachsen können.

C: Ja, genau. Und Hydra ist eben auch ganz interessant, weil sie eben auch. Weil das eben geschaut wird, inwieweit man da auch gewisse Sachen vielleicht auch für den Menschen mit Stammzellen und wie die eben auch diese Erneuerung machen.

240

MI: Alles klar.

C: Ok, ja. Dann würde ich sagen; also braucht ihr eine kurze Pause oder sollen wir direkt übergehen in die nächste Arbeitsphase? Da brauch ich mal kurz eure Rückmeldung.

MI: Gibt es nicht dieses Tool wo man auf ja oder nein drücken kann?

S: Ich weiß jetzt nicht wie es den anderen geht, aber|meinetwegen können wir weiter machen.

245

MI: Ich wäre sonst auch dabei. Wenn sonst jemand was dagegen hat, kann er es einfach sagen.

C: Ich sehe gerade Mi. der ist noch am Schreiben.

C: Alles klar. Super. Dann würde ich sagen wir machen das Gleiche. Ihr seid ja jetzt schon so ein bisschen ins Reden gekommen. Ich hoffe, dass ihr das jetzt weiterführt.

250 [Erklärung der zweiten Arbeitsphase, diese Erklärung wurde nicht transkribiert. Die Transkription setzt wieder bei der inhaltlichen Diskussion ein]

S: Also zum letzten Zitat: ich finde, das ist ganz klar motivierend. Weil wenn man sich ansieht wie viel wir in der Schule lernen oder mit was für Dingen oder Erkenntnissen wir aufwachsen, hat man immer das Gefühl: Wo will man denn jetzt noch hin oder wo will man denn jetzt noch mehr rausfinden? Auch ist die Frage, ob wir überhaupt alles wissen können, ob es nicht außerhalb unserer Erfassungsweite liegt. Aber wenn man sich anguckt, dass Leute schon vor 200 Jahren gesagt haben, dass sich die Physik nicht mehr weiterentwickelt oder sowas, dann finde ich müsste das mal eigentlich öfter gesagt werden, weil das dann sehr motivierend ist. Zu den anderen Zitaten: Ich finde es eigentlich schon interessant, wenn man mal. Also wir lernen das ja jetzt im Endeffekt nur so: das was am Ende herausgefunden wurde, das wird uns dann einfach präsentiert und wir müssen es einfach lernen. Oder bestimmte Methoden wie man etwas herausfindet, aber ich würde schon eigentlich gerne mal wissen, wie lange hat das gedauert sowas herauszufinden. Was hat man früher geglaubt, was wir heute als falsch ansehen oder was gibt es überhaupt für Schwierigkeiten, wenn man bestimmten Fragen auf den Grund geht.

260 **C:** Hast du auch das Gefühl, das manchmal. Ach, MI., ja ich sag sonst gleich was dazu.

265 **MI:** Sonst kannst du gerne zuerst was dazu sagen, dann bin ich noch kurz ruhig. Ich kann mir das auch merken.

C: Ich wollte eigentlich nur nochmal eine Rückfrage stellen. Mich würde interessieren, habt ihr auch manchmal das Gefühl, dass mehr über Erfolge geredet wird und weniger über Misserfolge zum Beispiel in der Wissenschaft geredet wird? Also das ihr das Gefühl habt, ihr habt häufiger diesen Erfolg oder dieses Endergebnis, aber ihr wisst manchmal gar nicht mehr darüber oder so?

270 **S:** Ich hab dieses Gefühl schon. Weil wenn man sich jetzt selber die Frage stellt, wo möchte ich jetzt vielleicht irgendwas erforschen, was interessiert mich und dann steht man schon unter Druck, wenn man sich denkt: „Es ist so viel herausgefunden worden, warum finde ich denn jetzt nichts heraus?“ Oder nehmen wir mal als aktuelles Beispiel den Corona-Impfstoff. Wenn man immer nur hört wie gut unsere Wissenschaft ist oder warum man das oder das macht, dann fragt man sich ja: „Warum gab es den, ich sag mal in Anführungsstrichen, so spät? Eigentlich ist das ja normal, dass das solange dauert, so eine Impfstoffentwicklung. Weil man auch einfach nicht weiß, was einen da hindert, warum das so lange dauert.“

C: Danke

280 **MI:** Ich kann glaube ich nochmal was zu dem Zitat sagen, aber hierzu kann man auch ganz gut was sagen. Ich finde einfach, dass es sehr wirtschaftlich präsentiert werden muss. Diese Idee, das man halt über Sachen berichtet, solange man jetzt nicht über wissenschaftliche Wege, zum Beispiel Artikel oder auch Zeitschriften, sich nicht informiert, ist es eigentlich so, dass nirgendwo so stehen wird: „Wissenschaftler scheitern ein weiteres Jahr daran AIDS zu heilen“ oder sowas, als Beispiel. Die meisten Sachen wo sowas erwähnt wird, ist im Kontext von anderen Krankheiten. Wenn man zum Beispiel über Corona redet, dass das erwähnt wird in einem Artikel: „Ja, wir haben auch immer noch keinen Impfstoff gegen so und sowas.“ Aber ich glaube nicht, dass es wirklich sowas geben kann, wenn man jetzt ehrlich ist. Das liegt einfach daran, dass Unternehmen Geld verdienen wollen und man kein Geld damit verdient, wenn man sagt, dass es etwas nicht gibt. Sonst würden ja die ganze Zeit Unternehmen darüber reden, dass es immer noch keine Einhörner gibt, was auch sehr witzig wäre. Aber naja.

290 **C:** Aber zum Beispiel, du redest ja gerade von Unternehmen, die Forschung an einer Universität ist ja kein Unternehmen. Die sind ja unabhängig.

MI: Das stimmt. Das weiß ich ja nicht genau, ich les ja keine, leider muss ich eigentlich sagen, keine wissenschaftlichen Artikel, obwohl das sicher sehr interessant wäre, wenn man weiß worum es geht und die Fachwörter kennt. Und deswegen kann ich nicht sagen, ob es auch in echten Zeitschriften, echten wissenschaftlichen Zeitschriften, so ist. Was ich aber sagen kann, ist, dass es in den Nachrichten selbst einfach nicht vorkommen kann, weil da ja wirklich entschieden wird nach Wichtigkeit, da es so viele Nachrichten gibt. Da wird immer noch entschieden, ob etwas Zuschauer generieren wird beim Nachrichtendienst in der Marktwirtschaft, solange die nicht staatlich sind, und man deswegen nie solche Nachrichten bekommen wird, glaube ich jetzt mal. So lange es nicht 24/7 Nachrichten gibt. Deswegen ist das Zitat selbst sehr interessant, weil, also das „wir wissen viel“ und so, weil das wieder auf einen ganz klaren Punkt hinweist: Wie unsere Generation, ich und alle anderen, die hier dabei sind – eigentlich ihr auch, wenn man es genau nimmt, sind zu spät geboren wurden um jetzt solche Sachen zu entdecken wie zum Beispiel Amerika oder den eigentlichen Ozean zu erforschen im sinnvollen Sinne und nicht einfach, um ein paar Spezies zu entdecken. Wir sind aber gleichzeitig auch zu früh dafür geboren wurden, um den Weltraum zu erkunden oder auf dem Mars zu wohnen. Und deswegen ist es auch ganz wichtig immer zu betonen: wir wissen halt einfach wirklich gar nichts. Ich meine wir, wir wussten auch nicht, dass es wirklich funktioniert im Weltraum Organe zu wachsen. Das habe ich erst letztens gehört in einer Studie von NASA war das, dass sie es da hinbekommen haben Zellen, also wirklich Zellen, nicht nur Zellen zu erstellen aus Bestandszellen, sondern wirklich Zellen. Nicht nur so ein Organblob wie es auf der Erde passiert sondern ein kleines Gewebe von, ich glaube eine Leber war es, zu züchten auf der ISS. Das ist auch ganz faszinierend sowas. Und was ich so interessant finde an der Sache, die sie geschrieben habe ist, dass sie daran ja schon forschen. In einem ähnlichen Artikel stand auch, da stand irgendwie drunter als Kommentar auf der Seite, dass die jetzt auch schon seit, ich glaube, mittlerweile 40 Jahren auf der Erde dabei sind sowas zu erforschen. Weil man schon relativ lange weiß, dass es Stammzellen gibt, man weiß was die machen, aber man weiß eben nicht wie man daraus was sinnvolles machen kann und dann fand ich ganz interessant, dass man da auch gerade, nicht nur bei der Biologie oder der Erforschung von Bakterien von Lebewesen, sondern auch bei anderen wissenschaftlichen Bereichen von denen man denkt wir wissen sehr viel, es kaum wirklich Wissen oder Informationen oder wissenschaftliche Forschung gibt. Selbst bei solchen Themen, die jetzt da nicht dabei sind wie zum Beispiel Webdesign. Wo einfach Suchalgorithmen dabei sind oder auch Algorithmen an sich oder Maschinen. Und so gibt es eben hunderte tausendseitige Bücher darüber, aber wirklich wissen tun wir Menschen über solche Strukturen nicht viel und erst recht nicht die meisten. Also ich finde es natürlich, wie S. gesagt hat, sehr motivierend, weil, wie bereits erwähnt, zu früh für den Weltraum zu spät für die Welt.

325 **C:** Ok, ja. Und nochmal die Frage: Würde euch das mehr interessieren so wie hier so eine Art Reise, also wie man denn dahin gekommen ist zu dem Ergebnis aber auch welche Schritte es gebraucht hat davor oder danach? Ja, MI. .

MI: Also ich weiß bei einigen, weil ich mich dafür interessiere, ein bisschen wo das hergekommen ist. Wie zum Beispiel bei der Theorie von, was war das? Der Typ hieß glaub ich auch Jon Snow, der das gemacht hat, erstaunlicherweise, nicht Jon Snow aus Game of Thrones sondern der andere. Der hat dann beim Choleraausbruch in London bei einem Virulogiebetrieb, also Arzt, geforscht. Der hat Todesnummern aufgestellt und hat einen Stadtplan genutzt, um das Epizentrum dieser Todesursachen bzw. um nachzuverfolgen wo das alles herkommt. Er ist dann zu dem Schluss gekommen, dass ein [ruckelt 3Sek., nicht hörbar]. Verseucht, weil ein Abfluss an Bächen voll mit allen möglichem Dreck, auch die Windel von einem kranken, einem Cholerakranken Kind, enthielt. Das ist dann eben durch einen Riss in den Boden reingekommen ist. Damals galt ja noch die Marcia Theorie. Und das sowas eben passiert ist, lernen wir im Biologieunterricht nicht, aufgrund von Zeitdruck. Wegen G8. Dann, selbst wenn wir

kein G8 hätten, ist es so, dass man sowas nie lernt. Das finde ich ganz schade. Das liegt glaube ich ein bisschen am Programm. Ich meine, wenn man wirklich Menschen informieren wollen würde, also über die Ganzen, also über alles was wir wissen in der Biologie, Geschichte und sowas, dann müsste man ja wirklich das ganze Leben lang zur Schule gehen.

C: Ja. Aber das was du ja gerade ansprichst zum Beispiel wäre ja so ein Teil was durch interdisziplinäres, also Geschichte und Biologie, manchmal zusammenzudenken wäre. Oder Chemie und Physik mehr zusammenzudenken. S. hebt die Hand. Ich sag danach noch ein bisschen was.

345 **MI:** Kann ich da noch ganz kurz was zu sagen, S.? Ganz kurz.

S: Ja, sag kurz.

350 **MI:** Einen Satz noch. Ich beeil mich. Ich fand, nochmal zu dem Interdisziplinären, da fand ich ganz interessant wie viel aus den anderen Bereichen Chemie, Physik und Biologie eigentlich Geschichte ist. So das sich ganz viele Sachen wiederholen in den verschiedenen Fächern, so was man eigentlich auch gut zusammenhängend machen kann. Deswegen würde ich meinen, dass es nicht nur so ist, dass wir über solche Entstehungsprozesse reden sollten, wie wir uns halt gerade mit dieser Idee befassen, dass wir halt sehr, sehr wenig wissen. Sondern auch das wir mehr zwischen den Fächern zusammen lernen. Bitte S..

355 **S:** Also den einzigen Punkt, den wir mal im Unterricht hatten, wo ich mich erinnern kann, wo wir diesen Weg gesehen haben, war beim Penicillin, das durch Zufall gefunden wurde. Durch diese Pilzkultur glaube ich. Also wenn man im Generellen vielleicht mehr auf so besondere Wege eine Sache herauszufinden eingehen würde, fände ich das schon interessant. Die Frage ist halt nur, wie man es macht. Wenn man jetzt einfach nur Vorträge hört von „ ja und dann hat er das und das gemacht und dann ist er gescheitert“, das wäre glaube ich nicht so gut. Ich glaube, es wäre dann besser, wenn man etwas zum Anfassen hätte. Wenn man die Methoden, die dabei ausprobiert wurden, dann auch mal selber ausprobieren kann, soweit das möglich ist. Das ist ja nicht zu kompliziert sowas.

360 **C:** Das nehme ich doch gerne mit, ja. Und sag mal was sagst du zum interdisziplinären Arbeiten oder das allgemein mal von Wissenschaftlern zu hören? Oder selber zu machen? Würdest du das auch ganz gut finden?

365 **S:** Ja, schon. Die Frage wäre halt nur in welchem Rahmen. Wenn man jetzt sagt, man wählt zufällig ein Thema aus, kann es halt sein, dass es einen überhaupt nicht interessiert. Darum wäre es für mich vielleicht wichtig, wenn man sich das Thema selber aussuchen könnte.

370 **C:** MI., ich nehm dich gleich dran. Y. und Mi. ich wollte eure Meinung ja auch nochmal gerne hören. Möchtet ihr dazu auch was sagen? Mr. Du kannst auch sehr gerne was im Chat dazu sagen oder im Padlet, ich möchte dich hier nicht die ganze Zeit übergehen.

375 **MI:** Also ich kann eigentlich nur sagen, ich stimme dem zu, was hier gesagt wurde. Aber wenn ich nochmal auf das dritte Zitat zurückgreife; ich finde es auch sehr spannend, wenn man über bestimmte Fragen redet, über die noch nicht, über die man noch nie wirklich geredet hat oder die noch nicht gelöst wurden. Also das finde ich eigentlich immer spannender, als Probleme, die schon gelöst wurden. Also man löst, also man würde sie wahrscheinlich niemals selber lösen, aber es ist halt so. Es sind halt wieder so komplexe Themen wo man viel drüber nachdenken kann und viel diskutieren kann. Und deswegen finde ich sowas eigentlich sehr spannend.

380 **A:** Dazu eine Frage direkt. Heißt das dann auch für dich in der Schule wirklich drüber reden? Also keine Ahnung, wenn ihr jetzt bei dem Thema Evolution seid und raussuchen würdet, was wird eigentlich gerade in der Evolution geforscht, wo haben wir noch keine Fragen zu? Also wo haben wir noch keine Antworten zu? Weil das ist gerade sehr interessant, weil das gegen das läuft, was die Lehrkräfte gesagt

haben. Und deswegen finde ich das gerade total interessant. Also das heißt, es wäre für euch auch voll okay, dass in der Schule so zu behandeln?

385 **Mi:** Also für mich wäre das okay so. Aber ich weiß jetzt nicht wie das für die anderen ist. Aber ich finde es eigentlich immer ganz interessant, wenn man über Themen redet, die noch gar nicht so sehr erforscht sind. Es ist halt schwer in der Schule, weil man wahrscheinlich nicht die nötigen Informationen hat und in der Schule hat man ja immer auf alles immer die Antwort. Und da ist jetzt nicht so. Da kann man wahrscheinlich mit den Lehrern nicht so viel darüber reden.

390 **C:** Ja, stimmt. Das ist natürlich auch außerhalb der Komfortzone der Lehrer, weil sie natürlich über was reden, was sie noch nicht gemacht haben. Mi., du möchtest auch noch was sagen?

395 **Mi:** Ich glaube, wenn man jetzt dieses Interdisziplinäre konsequent durchdenkt, wäre doch eigentlich der Schluss, dass man so viel lernen könnte, bei einigen Bereichen und auch so viel Interessantes zeigen kann, bei einigen Bereichen, dass es dann zu spezifisch wird. Dass es dann zu wenig Masse an Menschen gibt, die sich für ein Thema interessieren. Vor allen Dingen für jeden Themenbereich. Jetzt als Beispiel: Ich persönlich habe ein sehr großes Interesse für das alte Athen, vor allen diese ganzen Philosophen, die da herum gerannt sind. Ich glaube, nicht alle aus meinem Philosophiekurs, geschweige denn aus meiner Klasse, interessieren sich dafür. Wenn man jetzt überlegt wie man das lösen kann, gibt es ja drei Lösungen:

- 400 - Entweder man lässt es.
- Man macht es auf einem individuellen Level wo jede Schule so viele Kurse und Lehrer einstellt, dass es einfach unrealistisch wird. Vor allem weil an keiner Schule so viele Lehrer wie Schüler sind.
- 405 - Oder man löst das Ganze auf und denkt es komplett neu. Beispiel: In einer ganz krassen, wirklich gesellschaftsübergreifenden Änderung der Gesellschaft oder der Art wie wir Lehren denken oder auch einfach Lernen denken; man eine Art riesiges Schulsystem aufbaut wo man entweder über Videokonferenzen oder so ein riesiges Gebäude oder irgendwo in Bayern alle so möglichst viele Schüler an einem Ort hat, die dann auch an solchen spezifischen Kurse Interesse zeigen. Das man als Beispiel auch dieses, doch sehr abstrakte Thema, was ich gerade
- 410 - genannt habe, noch genug Schüler hat, um einen Raum zu füllen. Das wäre dann vielleicht was, gerade bei diesem Interdisziplinären.

Und deswegen meine ich ja, dass gerade unsere Art, wie wir gerade unterrichten, nämlich das man sagt: Wir haben eine Ausbildung, wo wir auf etwas hinarbeiten; nämlich Abitur in unserem Fall und dann nachher vielleicht ein Studium und dann nachher Arbeit. Dann ist es natürlich nicht so möglich wie wir das machen. Aber wenn man jetzt so denkt wie einige Websites, ich hab da eine Werbung auf YouTube gesehen von so einer Seite, die so Kurse anbietet. Wenn man die Bildung so denken würde, dass man sich ein ganzes Leben lang bildet, dann könnte man, glaube ich, auch solche andere Bildung durchsetzen. Also auch solche interdisziplinären Themen an der Wissenschaft dran arbeiten. Aber wie schon gesagt, das ist ganz weit von uns entfernt momentan.

415 **C:** Ok, ja. S. du möchtest auch noch was dazu sagen?

420 **S:** Das war jetzt zu dem was Mi. vorhin gesagt hat, dass man auch Dinge durchnehmen könnte, wo noch dran geforscht wird oder wo man noch nichts von weiß. Interessant fände ich das schon, das Problem ist nur, dass man auch mit G9 da sehr Zeitmangel hätte, weil es eben viel gibt, was wir nicht wissen und gleichzeitig viel gibt, was beigebracht werden muss. Und darum weiß ich nicht, ob das da überhaupt irgendwie hinein passt in den Zeitplan.

425 **C:** Man könnte natürlich so wie beim Darwintag jetzt – das ist ja auch genau das, was wir vielleicht auch machen wollen – da mal so ein bisschen Anstöße geben. Also zu zeigen, dass ist das was wir

wissen, aber gerade im Bakterienbereich auch alles was wir nicht wissen. Das wäre zum Beispiel eine ganz gute Gelegenheit. Aber bei dem anderen gebe ich dir Recht. Die Curricula sind eigentlich voll und die Lehrkräfte haben so einen krassen Fahrplan/Zeitplan. Das ist schon schwierig umzusetzen. Ich wollte nochmal Y. dich nochmal fragen: Was ist so deine Meinung zu dem Ganzen?

430

Y: Ich kann mich nur anschließen zu dem was gesagt wurde eigentlich.

C: Ja.

A: Ich hab auch noch mal eine Frage an euch. Wenn ihr so an Wissenschaft denkt, was verbindet ihr denn damit? Also was verbindet ihr mit Wissenschaftler*innen? Was für Menschen stellt ihr euch da vor? Was ist eure Assoziation mit diesem Bereich? Und vielleicht auch dazu anschließend welchen Kontakt habt ihr denn dazu schon in der Schule? Ja, MI. .

435

MI: Ich schon wieder. Also Wissenschaftlern und Assoziationen und der Schule ist ein bisschen schwierig. Wir haben ja das Glück, dass bei uns viele Menschen sind, die auch Verbindungen zu Ärzten oder auch Wissenschaftlern oder sogar aus der Politik haben. Wobei es auch einige gibt, ich glaube da weiß Mi. etwas mehr darüber, die dann auch Wissenschaftler als Eltern haben. Aber das ist ja nicht überall so. Losgelöst, die Wissenschaftler, die ich bisher so erlebt habe, geht eher so in Richtung Kultur oder auch Naturwissenschaftler, ein paar. Die wirkten immer ein bisschen wie ganz normale Menschen, die halt gerne forschen. Und das sie dann ihr Thema haben, was sie gerne machen, wo sie sich gerne beschäftigen, was sie eben mögen. Aber das ist ja hoffentlich bei allen Menschen die arbeiten so. Also ich persönlich assoziiere Wissenschaftler, auch wenn ich sie in der Schule erlebt habe, als Menschen, die gerne helfen wollen in einem Bereich. Sich dann auch wirklich damit befasst haben jahrelang, auch wirklich da Experten auf deren Gebiet sind und dement-sprechend auch einfach kompetent wirken. Was aber leider nicht immer der Fall ist, muss man sagen. Aber ja.

440

445

C: Aber sie wirken so. Wir wollen so wirken. Ok, ich hab gesehen S. genau.

450

S: Also wenn man das ganze jetzt stereotypisch sieht, habe ich eigentlich zwei Bilder von Wissenschaftlern vor Augen. Und zwar einmal, die die jetzt, zum Beispiel wie Paläontologen, Archäologen oder Chemiker, dass sie eben ständig unterwegs sind und irgendwo graben oder irgendwelche Flüssigkeiten zusammenschütten. Dass sie die ganze Zeit praktisch am Forschen sind. Und das andere Bild ist eben mehr so diese Theorie, zum Beispiel jetzt stereotypisch gesehen dieser Mathematiker, der den ganzen Tag vor seiner Tafel steht und Gleichungen löst oder sowas oder der Physiker. Ich sag mal, das ist mein klischeehaftes Bild davon. Privat kenne ich jetzt eigentlich nicht so viele Wissenschaftler. Eigentlich nur durch mein Praktikum ein paar, bei der Uni. Aber sonst eigentlich gar nicht. Also zumindest nicht das, was man als klassischen Wissenschaftler bezeichnen würde.

455

460

C: Ja. Mi. jetzt würde mich natürlich auch deine Meinung nochmal interessieren, wo Mi. Das natürlich gesagt hat. Wie ist denn dein Bild. Und Ma. Ich sehe das du tippst, super! [kleine Pause] Mi. wenn du nichts dazu sagen möchtest, ist das natürlich auch vollkommen okay. Würde mich nur interessieren, wenn man vielleicht den einen Kontakt hat, ob sich dann das Bild verändert.

S: Vielleicht hat er auch eine schlechte Internetverbindung.

465

C: Ja. Naja.

Ma: Ich kenne eine Person, die "lange" am UKSH gearbeitet hat und das was ich immer nur mitbekommen habe, waren die schlechten Arbeitsverträge.

C: Schlechten Arbeitsverträge, ja. Das ist ein anderes Thema. Das man häufig nur ein oder zwei Jahres Verträge bekommt. Ich finde, das ist auch, oder gerade als Frau, wenn man eine Familie

470

gründen möchte, Kinder, Schwangerschaft, das sind andere Bereiche. Ich glaube, das ist auch ein Bereich wo es Verbesserungen gibt. Ok. Also ich würde jetzt übergehen in die letzte Phase. [C. erklärt letzte Phase, Einstieg wieder bei Frage an die Teilnehmenden]

475 Es kam noch die Ergänzung, gerade von Seiten der Lehrkräfte: Ja, aber sich nicht nur auf Misserfolge konzentrieren. Sondern viel eher wie es vom Misserfolg zum Erfolg gekommen ist. Und da wollte ich einmal fragen: Seht ihr das genauso? Und würde euch das mehr interessieren, einen Wissenschaftler und da mal mehr Facetten zu sehen oder ist das für euch besser, zum Beispiel am Darwintag von allen Wissenschaftlern, also fünf, die daran teilnehmen, da ganz verschiedene Impulse oder zu gucken wie geht es denen denn? Also das man mehr die Vielfalt hat oder mehr einen Fall und sich den dann genauer anschaut? Ml., S. einer von euch beiden kann starten.

480

MI: Dann mach ich es.

S: Ja, mach du.

MI: Alles klar. Ich persönlich finde es sehr wichtig, dass man, wenn man sich über ein Thema informiert oder über ein Thema nachdenkt, möglichst viele Perspektiven hat. Ich meine also, dass wir möglichst alle hören. Natürlich wäre es cool, wenn alle Erfolg hätten mit dem was sie forschen würden. Nicht nur die Wissenschaftler, die wir jetzt treffen oder kennenlernen sondern eben auch alle anderen, aber ich glaube, dass es auch nochmal sehr wichtig ist, auch nochmal zu betonen, dass Wissenschaft nicht eine Reise mit einem festen Ziel ist oder überhaupt immer ein Ziel da sein muss. Sondern auch einfach ein Prozess ist, der möglichst, naja ich sag mal, erfüllend ist in irgendeiner Form. Entweder für den Wissenschaftler selbst, der was daraus lernt oder das alle was daraus lernen. Oder das man erfährt, dass es nicht funktioniert. Es gibt da verschiedene Beispiele. Also ich würde sagen, dass am Darwintag ich am liebsten mit vielen Wissenschaftlern reden würde, aber ich weiß, dass es dann mit jedem wieder wahrscheinlich weniger Zeit geben würde. Also bin ich da persönlich ein bisschen gespalten, aber im Idealfall würde ich gerne mit allen möglichen Leuten reden.

485

490

495

C: Ja. Also das heißt du würdest auch eher dann von denen mehr Einblicke haben anstatt jetzt ein Beispiel zu nehmen? Also von vielen.

MI: Wenn man jetzt zum Beispiel das Thema hat „Lohnt es sich zu forschen?“ als grobe These und man dann nur zwei Meinungen hat, die extrem gegenüber stehen, dann kann es dazu kommen, dass man sich nur eine von beiden Meinungen anhören kann. Man halt nicht in der Lage ist, aus jeder Information, die man bekommt, sich eine eigene Meinung zu bilden. Und deswegen finde ich es wichtig, dass wir mehrere Menschen haben. Auch mehr als zwei oder drei, damit wir sehen können was so am Laufen ist. Aus einem rein demokratischen Geist heraus.

500

C: Ja, okay.

505 **MI:** S. hast du noch irgendwas dazu zu ergänzen?

S: Also ich würde es eigentlich auch besser finden, wenn man viele verschiedene Meinungen hat, weil einer alleine vielleicht auch nicht so viel erzählen kann, weil man ja auch lange forscht und es gibt ja, denke ich mal, auch Unterschiede. Also dem einen gelingt vielleicht alles sofort was er anfängt und der andere hat immer Misserfolge. Darum fände ich es schon wichtig, unterschiedliche Meinungen zu hören. Und dann zum Thema, dass man sich nicht nur auf Misserfolge konzentrieren sollte: Ich sehe einen Misserfolg aber auch irgendwo als Erfolg, weil kein Ergebnis ist ja auch ein Ergebnis und zwar, dass man das schon mal ausschließen kann. Das es eben nicht funktioniert. Ich sag mal, dann hat man noch tausend andere Möglichkeiten, die übrig sind, aber so gesehen muss man das dann eigentlich positiv sehen.

510

515 **C:** Ja, danke für deinen Input. Sehe ich auf jeden Fall auch viele Punkte zum Diskutieren. Ja, ok. Ma., Mi. habt ihr noch was dazu zu sagen oder sollen wir weitergehen?

Mi: Können weiter gehen

Y: Ja.

520 **C:** [erklärt Folie Interdisziplinarität]. Interessiert es euch erstmal da solche Einblicke zu haben und ist es für euch interessant da in so eine Richtung wie Bioinformatik zu gehen und die Symbiose von Organismen zu vergleichen? Wie ist es zum Beispiel beim Schwamm im Vergleich zu Weizen oder einer Maus? Also verschiedene Tiergruppen zu vergleichen. Das wäre so die eine Variante. Die andere wäre, die Kommunikation von Bakterien mal genauer anzuschauen und da mal auf biologischer, chemischer und physikalischer Ebene mal mehr reinzugehen. Also sind das so Sachen, die
525 euch auch mal interessieren würden?

Mi: Ich persönlich fände es interessant. Ich finde es interessant, wenn wir Interdisziplinarität geboten bekommen würden. Gerade die Themen, die genannt wurden, interessieren mich ehrlich gesagt alle. Entweder klingen sie cool, ich hab nämlich von Bioinformatik noch nicht so viel gehört. Also wahrscheinlich ist es da ja so, dass man biologische Phänomene mit der Informatik analysiert und sowas, aber trotzdem ist das interessant. Gerade in Kombination mit den mehreren Perspektiven auf jeweilige Themen, auch von verschiedenen Wissenschaftlern zu den jeweiligen Bereichen, was nicht unbedingt der Fall sein muss, wäre wirklich cool. Was für mich wirklich interessant wäre, von den ganzen Themen glaube ich am meisten, wäre die Kommunikation von Bakterien auf biologischer, chemischer und physikalischer Ebene. Wir haben das im Unterricht zwar einmal angegriffen, dass Bakterien miteinander Informationen austauschen können, genetischer Natur, und darüber haben wir dann nie wirklich mehr geredet und deswegen wäre das ganz interessant, darüber nochmal was zu hören.
530
535

C: Ja, danke.

S: Sonst würde ich einfach wieder weitermachen. Also Informatik habe ich noch nie gehabt, darum hab ich damit jetzt nicht so viel am Hut, sag ich mal. Aber eigentlich hängen ja alle Bereiche in den Naturwissenschaften, also Bio, Chemie und Physik, die hängen ja alle irgendwie zusammen. Darum wäre es schwer, denke ich, auf eines zu verzichten sondern dann müsste man sagen, wir nehmen alle Bereiche mit rein. Ich glaub auch, dass da alle interessante Aspekte beinhalten könnten. Ich finde auch, dass mit der Kommunikation von Bakterien am Interessantesten, weil wir Symbiosen jetzt schon öfter gehabt haben und ich da jetzt auch einfach schon mehr zu weiß und Kommunikation eben noch gar nichts. Ich wusste auch nicht, dass die untereinander miteinander kommunizieren.
540
545

C: Also es gibt, das kann ich vielleicht nochmal kurz erzählen, Quorum sensing und Quorum sensing und das sind so Sachen, wo ganz viel geforscht wird. Es gibt auch die Kommunikation, das nennt sich Darm-Hirn-Schranke, das heißt Bakterien sind auch da bei uns sehr beteiligt. Da gibt es zum Beispiel auch die Möglichkeit über Kommunikation zu reden, ja. Aber dann nehme ich das doch gerne mal mit. Vielen Dank für den Input. Sonst noch was von den restlichen Mitgliedern? Ansonsten gehen wir weiter. Noch zwei Beispiele. Soll ich weitermachen?
550

Mi: Bin dafür.

555 **C:** Ok. Dann das 3. Beispiel. In der Oberstufe sollte der Fokus nicht nur auf dem Menschen liegen, sondern vor allem auch auf anderen Organismen und da nochmal die Meinung von euch wollte ich da einholen. Zum Beispiel da interessant ist die Symbiose vom Schwamm mit Bakterien. Also welche Bakterien gibt es im Wasser oder außerhalb des Wassers, also im Schwamm oder außerhalb,

560 also im Wasser? Weil der Schwamm ist ja quasi sezil, er sitzt an einem Platz und muss besondere Verteidigungsstrategien haben. Würde euch sowas zum Beispiel mal interessieren? Ja, S.

S: Also generell, das ist jetzt meine persönliche Meinung, mich hat der Blick auf den Menschen immer weniger interessiert als alles andere. Also nicht das es mich gar nicht interessiert hat, aber ich fand andere Dinge außerhalb des Menschen einfach interessanter. Darum würde ich das schon gerne machen und dann würde mich am meisten interessieren, dass mit den Bakterien innerhalb und außerhalb des Schwamms. Hab ich jetzt keine wirkliche Begründung zu, das interessiert mich einfach.

C: Ja. Das ist ja auch sehr selten noch Thema in der Schule, obwohl der Schwamm eines der ältesten Lebewesen auf der Erde ist. Man vermutet das. Und dann wäre zum Beispiel eine Frage wie konnte der so lange überleben, obwohl der eigentlich einen ganz simplen Bauplan hat. MI. .

570 **MI:** Ich bin da. Ich finde auch, dass der Fokus auf den Menschen unbegründet ist. Ganz einfach gesagt, der Mensch ist natürlich sehr krass, dass wir morgens überhaupt aufstehen können, ist bereits von mehreren Milliarden Prozessen begleitet und so weiter und so weiter. Aber trotzdem ist der Mensch im Vergleich zu anderen wie dem Schwamm oder anderen Tieren, die noch wesentlich simpler sind, uninteressant. All die Prozesse, die wir in uns haben, sind nicht unbedingt erforscht, aber so, dass man sie zumindest schon mal irgendwie gesehen hat. Und natürlich kann man immer sagen, wir begrenzen das auf den Menschen. Aber gerade weil wir diese begrenzte Zeit haben, finde ich, sollten wir die Informationen, die wir bekommen und die Zeit, die wir bekommen, weiter streuen auf andere Themen. Jetzt nicht nur auf den Schwamm, sondern, keine Ahnung, Fossilien. Evolution machen wir auch gerade in der Schule, mal gucken, ob es da eine Breite gibt, wo halt einige Tiere über die man was weiß, wie die vielleicht gelebt haben oder sowas. Aus der Richtung vielleicht. Diese ganzen Themenbereiche. Welche Anpassungen es früher gegeben hat bei Tieren, die heute überhaupt nicht mehr denkbar sind oder was so die Evolutionsepochen waren. All das sind natürlich Sachen, die wir mal durchgenommen haben, aber ich glaube, dass der Fokus auf den Menschen und die begrenzte Zeit an sich, dass dadurch vieles von dem verloren geht, was wir noch erfahren könnten. Und natürlich ist auch mein eigenes Interesse da. Ich mag so Tiere, die es mal gegeben hat. Paläontologie und so, aber auch so in spekulative Biologie, so heißt das glaub ich, die finde ich auch ziemlich cool, deswegen bin ich da ein bisschen vorbelastet. Aber ja, das würde mich sehr freuen.

580 **C:** Ja, danke. Was sagen denn Y., Ma., Mi., was sagt ihr dazu? Weil auch da ist eure Meinung sehr interessant, weil Lehrkräfte da genau was anderes gesagt hatten. Hier geht gerade das Telefon, ich bin sofort da.

MI: Wir haben am heutigen Tag gelernt, dass Lehrkräfte viele Interessen gegen uns haben.

595 **A:** Also da vielleicht auch nochmal: Die Lehrkräfte haben gesagt, dass wir gucken sollen, dass wir für euch irgendwie alles auf den Menschen beziehen, weil das vielleicht für euch nur so interessant wäre. Als alles andere. Seht ihr anderen, dass auch so? MI. Hatte ja eben auch schon gesagt, was er meint.

S: Ich hatte ja eben schon gesagt, ich finde den Menschen doch eher uninteressanter. Da haben mich andere Tiere immer mehr interessiert, auch welche die es vielleicht mal irgendwann geben könnte oder mal gegeben hat oder wie die funktionieren. Vielleicht bin ich da der einzige Fall.

600 **MI:** S. ich verstehe dich. Ich sehe das genauso. Ich hab das irgendwie neuentdeckt diese Sachen mit Biologie, durch die Coronazeit, wo viele Menschen Bücher gelesen haben und darüber Videos gemacht haben. Und es gab da ein Buch, das heißt „? (nicht verständlich)“, wo eine ganze Videoreihe entstanden ist, die sich damit befasst. Das ist so eine spekulative Biologie der Zukunft, wo

605 die Entwicklung der Menschheit kategorisiert wird und dann ist es auch eine Mischung aus allen Sachen, die mich interessieren: nämlich Biologie, Science Fiction und seltsame Schlangentaliens.

C: Ok, da machen wir vielleicht wann anders was zu, Aber Mi., du möchtest was sagen.

610 **Mi:** Also ich kann das auch verstehen, dass man sich mit Tieren oder anderen Organismen auseinandersetzt, aber ich finde das am Menschen viel spannender. Also ich mag es dann zu wissen, wie bestimmte Mechanismen in uns funktionieren. Weil es ist ja an uns und dann kann ich es direkt nachvollziehen, aber ich könnte mir vorstellen, dass es für einige etwas langweiliger erscheint, weil man das jetzt die ganze Zeit in der Schule hatte. Aber ich persönlich finde es am Spannendsten, weil es direkt etwas ist, was uns betrifft.

615 **C:** Ok, ja. Danke für deinen Input, das ist auf jeden Fall nochmal eine andere Facette. Jetzt würde mich nochmal interessieren; Ma., Y. habt ihr vielleicht noch irgendwie eine Meinung? Weil wir haben jetzt eine Pro und Contra Meinung.

Y: Ich bin da auf jeden Fall auf Mi.s Seite, dass ich das am Menschen interessanter finde, aber es sollte irgendwie auch eine Mischung aus beidem sein. Aber ich finde es am Menschen auf jeden Fall interessanter.

620 **C:** Ok, danke. Ich überlege gerade. Vielleicht kann man da ja auch von einem Tier ausgehen und dann immer wieder parallelen zum Menschen ziehen. Man muss ja nicht bei einem Tier bleiben, sondern kann auch immer wieder Vergleiche ziehen.

Ma: *Ich stimme da ebenfalls Mi. zu.*

625 **C:** Ok, ja. Danke für euren Input. Ich hab noch eine letzte Folie. Der Darwintag ist ja eine Forschungsveranstaltung, wo vor allem Forschende aus der Biologie kommen und die sagen, dass es auf die Zielgruppe der Schüler angepasst sein sollte. Das ist natürlich sehr grob formuliert. Und meine Frage ist da, wie würdet ihr sagen, sollten die Vorträge gestaltet sein, dass sie für euch auch interessant sind? Sollten Fachbegriffe drin sein oder eher weniger? Oder ist es so, dass man Videos einbaut oder Schaubilder? Habt ihr da irgendwie eine Meinung zu? S.

630 **S:** Also ich hab mir in der Uni jetzt schon öfter Vorlesungen angehört. Das war eine Chemievorlesung, gut die war für Studenten, und da hab ich eben gar nichts verstanden. Das lag natürlich daran, dass ich das nicht studiert habe, das war im Zuge meines Praktikums. Aber mir wäre es wichtig, dass man eben bestimmte Fachbegriffe, wo man weiß, die kommen erst im Studium auf, dass man die umgeht. Dass man die versucht zu erklären oder sowas. Weil wenn man einmal den Zusammenhang verliert, dann ist man weg für den Rest des Vortrags und dann hat man kein Interesse weiter zuzuhören, also weiter mitzumachen. Und sonst, ja, weiß ich nicht. Ich glaube, ein paar Bilder wären gut und Videos, aber die können halt auch ablenken vom Vortrag. Auf der anderen Seite kann ein Vortrag ohne was handfestest, was man sehen kann, kann auch ermüdend wirken. Deshalb muss es so ein Zwischending sein.

C: Die Mischung macht es also. Mi. Hast du noch was?

640 **Mi:** Ich kann S. eigentlich nur zustimmen. Was ich auch noch sagen muss, ist das solche Sachen wie Statistiken oder Videos mir eigentlich egal sind. Ich finde es nur nett, wenn sie eingebaut sind, es stört mich aber auch nicht, wenn sie fehlen.

C: Okay. Ja, danke. Sonst noch jemand eine Meinung? Das würde mich auch nochmal interessant, was ihr bei Vorträgen besonders gut findet oder was nicht sein muss.

645 **Y:** Ich kann da eigentlich nur zustimmen. Also nicht zu viele Fachbegriffe oder wenn man sie verwendet, dann natürlich auch erklären. Es kommt eben auch darauf an, an welches Publikum man

sich richtet. Und auch nicht zu viele Statistiken, weil man sich die Statistiken in der Zeit des Vortrags meist gar nicht angucken kann, aber sonst eigentlich genau das, was die anderen gesagt haben.

C: Ja, super. Danke. Dann würde ich mal sagen sind wir am Ende angekommen.

(Ende des Interviews)

Interview mit SuS (SuS1.1) – Transkription (Gruppe 1)

Ca: Leitung

SuS: S1, S2, S3, S4, S5

Ca: Genau, ab jetzt wird alles dokumentiert. Ah okay, alles klar. Gut dann können wir glaube ich gleich mit dem ersten Arbeitsauftrag starten. Wie gesagt, ich würde euch vor allem reden lassen und gucken, was für Gedanken ihr so dazu habt. Genau, die erste Aufgabe war ja, das ihr einmal dazu Stellung dazu nehmen sollt zu der Aufgabe: Welche Inhalte zum Thema Bakterien-Wirt-Beziehungen sind aus eurer Sicht interessant für den Unterricht? Und wie könnte man diese umsetzen? Habt ihr dazu schon erste Gedanken? – Wenn euch irgendwas einfällt, könnt ihr euch einfach direkt entmuten und reden. (00:02-01:03)

S1: S2 fängt einfach mal an.

S2: Danke S1. [Könnt ihr hinten einmal muten. So Echo. Echo.]

10 **Ca:** [Echo ist da.]

S2: (liest Zitat vor: Wir sind alle untrennbar mit einer komplexen mikrobiellen Gemeinschaft verbunden und abhängig von dieser Interaktion. – Uh, und wir sollen da jetzt unsere Meinung dazu äußern oder wie?)

15 **Ca:** Du hast jetzt gerade schon die erste Sprechblase vorgelesen, genau. Da kannst du auch direkt schon mal deine Meinung zu sagen. Was du dazu denkst. Wie man das vielleicht im Unterricht umsetzen könnte? Genau, du kannst aber auch erstmal ganz allgemein, unabhängig von den Sprechblasen etwas zum Thema 'Bakterien-Wirt-Beziehungen' sagen. Was auch immer.

20 **S2:** Was hast du jetzt dazu (unverständlich). Dann würde ich jetzt damit anfangen. Das ist einmal, meine ich, die Symbiose zwischen Mensch und Bakterien im Magen. Ich finde innerhalb von Schulunterricht würde ich es ganz interessant finden, es gibt ja manche Leute die haben sozusagen Angst vor Bakterien, vor Mikroorganismen und sind da dabei jede Fläche zu desinfizieren, um sich irgendwie nicht infizieren zu können. Und in dem Kontext finde ich es ganz interessant, also ganz wichtig, dass man irgendwie so aufgeklärt wird, dass das normal ist. Dass das es jetzt irgendwie überall ist und in keiner anderen Welt.

25 **Ca:** Gibt es noch andere Gedanken? – Und da nochmal, du warst S1 oder? Der eben gerade geredet hat.

S1: Wie bitte, ja.

30 **Ca:** Ja genau S1. Wie könntest du dir vorstellen. Also hast du irgendwie eine Idee, wie man das irgendwie konkret im Unterricht umsetzen könnte? Oder Wünsche, wie man das irgendwie das im Unterricht umsetzen könnte?

35 **S1:** Uh äh, ich weiß, wie wir das in der 9. oder 10. Klasse hatten. Da hatten wir das immer ich glaube ganz lapidar mit Arbeitsblättern. Ich weiß es jetzt nicht, wie man das jetzt vielleicht experimentell umsetzen kann. Vielleicht könnte man das mit Mikroorganismen machen, ähnlich wie mit Hefe oder so. Das man da irgendwie Bezug bekommt auf unsere normale Welt, wo sie Bezug nimmt. Ich habe mir jetzt selber noch nicht so viele Gedanken darüber gemacht, also (lachen).

- Ca:** Das ist auch völlig in Ordnung. Es geht hier ja wirklich um eure Ideen, auch spontane Ideen, alles. Es gibt in dem Sinne auch nichts falsches, was ihr sagen könnt oder so. Es geht ja wirklich um eure Ideen, Meinungen.
- 40 **S3:** Wir haben ja besondere Bakterien, also die meisten von uns. Die dann eben Lactose zersetzen. Vielleicht könnte man mit denen vielleicht arbeiten, wenn sie nicht zu sehr in den humanen Raum fallen. Das man einfach den Schülern näher bringen kann. Okay, du hast die Bakterien auch in deinem Körper. Und sie sind nicht nur schlecht zum Beispiel.
- S1:** Das war doch Lactose.
- S3:** Nee, aber das war doch Bakterien im Magen.
- 45 **S1:** Lactose. Lactat.
- S3:** Aber du hast Bakterien im Magen.
- S1:** Ja.
- S3:** Siehste.
- S1:** Okay.
- 50 **S3:** Das war dann so meine Idee, dass man dann vielleicht die Bakterien, die halt gewöhnlicherweise im Magen vorkommen, dass man den Schülern so ein bisschen präsentiert und dann auch erklärt. Okay, sie wollen gute Bakterien, aber sind eigentlich neutral.
- S2:** Dazu frage ich mich auch, was passieren würde, hätten wir nicht diese Bakterien hätten. Was ist, wenn man diese Defizite hat. Was ist, wenn das nicht vorhanden ist. Wir hatten auch mal im..also
- 55 davon nochmal unabhängig. Wir hatten im 11. Jahrgang auch mal mikroskopiert, das sind jetzt quasi keine Bakterien, sind ja aber auch kleine Algen und Plankton genau. Und das man vielleicht auch sowas mehr macht. Das man auch nicht nur irgendwie über Arbeitsblätter darüber redet, sondern sowas auch mal zu Gesicht bekommt.
- Ca:** Ja spannend.
- 60 **S3:** Ja also zu S1 jetzt noch. Was man jetzt noch ergänzen könnte. Was er meinte, was passiert wenn keine Bakterien da sind. Das passiert ja öfters, wenn man zum Beispiel Antibiotika nimmt oder so. Wird ja die Darmflora zerstört. Also vielleicht nochmal in Verbindung bringen mit Stoffen, die unsere Darmflora sozusagen oder die Bakterien im Magen-Darm-Trakt sozusagen zerstören.
- S4:** Ja. Und das vielleicht bei einem Experiment, wenn man das beobachten kann vielleicht über ein
- 65 oder mehrere Wochen. Wenn man das vielleicht lagern kann und gucken kann, wie sich das entwickelt mit Bakterien oder wie S3 schon meinte mit Bakterien. Was da Unterschiede von sind.
- Ca:** Ähm, kannst du das nochmal wiederholen. Ich habe hier gerade.. Oh, das ist schwierig mit parallel schreiben und alles mitbekommen. Ich habe dir nur so halb zuhören kann. Also ja Entschuldigung.
- S4:** Kein Problem. Das man das vielleicht mit einem Experiment vielleicht nachgucken kann oder nachweisen kann und das für mehrere Woche oder je nachdem für eine Woche immer guckt wie sich das
- 70 entwickelt mit Bakterien die einen Stoff zersetzen können und vielleicht zu gucken wie sich ein anderer Stoff zersetzt ohne Bakterien oder mit Einfluss von Antibiotika.
- Ca:** Ja spannend. – Genau, ich würde jetzt einfach mal direkt auf die Sprechblasen eingehen. Die ihr da seht. Das habt ihr alle schon so ein bisschen mit drin gehabt. Wenn wir euch nochmal die erste Sprechblase anguckt. Da steht: „Wir sind alle untrennbar mit einer komplexen mikrobiellen Gemeinschaft
- 75

verbunden und abhängig von dieser Interaktion. Man könnte es als ´romantische Beziehung´ beschreiben.“ Genau, fallen euch da so spontan, ihr habt da ja schon einige genannt, fallen euch da so spontan Beispiele für diese Gemeinschaft ein? Menschen aber vielleicht auch bei Tieren oder Pflanzen?

80 **S4:** Eine Gemeinschaft von Bakterien hast du gefragt, nä? Zum Beispiel, wir haben ja auch Bakterien auf der Haut. Die schützen uns ja auch, oder?

Ca: Ja genau, da ist das häufig so, dass die einfach ein Milieu schaffen, in der sich Keime nicht so leicht ansiedeln können. Wir haben ja auch alle eine leicht saure Haut und das ist auch auf Bakterien zurückzuführen. – Genau, kennt ihr noch ein Beispiel bei Pflanzen oder Tieren? – Wenn nicht ist auch okay.

85 **S3:** Also, Ich hatte mal gehört, dass es Würmer, also ich meine ob das jetzt stimmt das es Würmer gibt, die sich zum Beispiel, also die sich in Methan hereinbohren, hereinfressen können. Das selber aber nicht sozusagen zersetzen können und dafür Bakterien sind. Also auch in einer Symbiose leben, die das dann sozusagen für die zersetzen (lachen) und selber dann daraus Energie daraus beziehen können. Oder es gibt ja auch: Nicht Fotosynthese, sondern ich weiß jetzt nicht wie das Gegenstück. Also mit Chemie, dass da Bakterien sowas zersetzen.

90 **S2:** Meinst du das mit Schwefel? Die dann Schwefel zersetzen, um dann irgendwas anderes zu machen. Aber ich glaube das kommt nur in bestimmten Immunsystemen vor.

S3: Aber das ist dann ja auch...

S2: ..Ja, ja (zustimmend).

95 **S3:** Also ja, meine ich. Und sonst vielleicht auch nochmal in unserer Welt. Jetzt nicht direkt auf dem Menschen bezogen. Ich weiß nicht, also Hefebakterien hatte ich auf jeden Fall ja schon angesprochen. Geht nicht Bier auch mit Bakterien auch eine Gärung. Also da nehmen die ja auch eine Gärung vor. Und ich glaube wenn Schülern auch mal sowas näherbringt, dann sind die auch, also gerade Oberstufe 10. Klasse. Hören die auch vielleicht mal ein bisschen besser zu (lachen).

100 **S3:** Ich hätte da auch noch eine Idee. Ich weiß jetzt aber nicht, ob das ein Pilz ist, der das versucht oder ein Bakterium. Wenn man jetzt zum Beispiel, dieses eine Getränk macht, Mate glaube ich war das. Das wird doch. Ich weiß jetzt nicht (kurz abgelenkt) Ich weiß jetzt nicht, ob das mit Pilzen oder Bakterien gemacht wird. Aber vielleicht könnte man so ein ähnliches Experiment auch in der Schule den Schülern nahelegen.

S4: Ist auch Gärung. Ist eine auch Gärung. Mate wird dabei zweimal gegärt.

105 **S3:** Aber ich hatte gehört, dass es ziemlich einfach geht und das Leute das dann auch zu Hause machen zum Beispiel und das man das dann irgendwie so ein bisschen zeigt und erklärt.

S4: Ja, ja. Das kam man so sagen.

S3: Ja, das man das den Schülern dann so erklärt und zeigt.

110 **Ca:** Ja das klingt spannend. Ich weiß jetzt tatsächlich nicht, was bei Mate jetzt dahinter steckt. Aber wenn das mit Bakterien passiert, wäre das ja super.

S3: Ich google das sonst einfach mal nebenbei (lachen).

Ca: Super. Würdet ihr denn sagen, dass sind romantische Beziehungen, die wir da mit Bakterien teilweise eingehen? Oder würdet ihr einfach sagen, so viel Romantik ist nicht dabei (schmunzeln)?

115 **S3:** Ich denke in einem gewissen Teil ist da schon eine Romantik mit dabei, weil ich das einfach so ergänzt und wir aufeinander angewiesen sind. Zum Beispiel was die Darmbakterien angeht. Ansonsten

(lachen), also ich weiß jetzt nicht, wie genau romantische Beziehungen definiert ist, aber ich denke schon, das es ein miteinander ist und auf das nicht verzichtet werden kann.

Ca: Okay, genau, dann können wir einfach zur zweiten Sprechblase einmal übergehen. Hat einer von euch Lust die einmal vorzulesen?

120 **S3:** Jo, dann mache ich das mal: „Wir müssen wegkommen von diesem Stigmata gute vs. schlechte Bakterien: Die meisten Bakterien sind weder gut noch schlecht – sondern „neutral“.“

Ca: Genau. Ähm. Habt ihr Ideen, was von diesem Stigmata von guten oder schlechten Bakterien gemeint sein könnte?

S3: Naja, also,

125 **Ca:** Also..

S3: Gab es ja früher solche kleine Lehrfilmchen, wo das immer so schön illus.. (jetzt fallen mir die Wörter nicht mehr ein) illustriert dargestellt wurde. Und da wurde ja immer auch dann gezeigt „das sind die Bösen und das sind die Guten“. Ja, aber an sich sind ja alle Bakterien, die leben ja überall, die sind ja überall. Es gibt jetzt ja nicht nur das schlechte Bakterium, was uns jetzt krank macht. Sondern auch die leben ja in einer eigenen Welt. Haben irgendwie eine Wechselwirkung mit ihrer Umgebung oder vielleicht auch mit uns. Ja.

130

Ca: Also Bakterien haben zwar manchmal gute oder schlechte Auswirkungen, haben grundsätzlich nicht böse oder gut in dem Sinne. Habe ich das richtig verstanden?

S3: Genau.

135 **S4:** Achso und vielleicht auch das man das im Unterricht nicht auch erst in der 10. Klasse oder so mitteilt, sondern vielleicht auch schon in der...wann hat man das erste Mal Bio fünfte/ sechste Klasse irgendwie?

S2: Da hat man Nawi.

140 **S3:** Ja, auf jeden Fall das man nicht erst dieses, gar nicht erst dieses Bild eingepflanzt kriegt ´es gibt gute und böse Bakterien´, sondern das man direkt sagt ´es gibt Bakterien und manche können uns halt schaden und manche halt nicht´. Und dann das aber nicht zwischen gut und böse differenzieren mäßig.

S4: Das wird ja. Dieses Bild wird ja auch durch Medikamente, vor allem wenn man auch in die Apotheke geht, wird es einem ja auch meistens vermittelt, dass selber ja nicht irgendwer ein seltenes Bakterium eingeatmet und da irgendwie nachher die Nase verstopft. Also das man eher darauf eingeht, dass das „ja halt, so dargestellt wird.“

145

S3: Man muss es ja nicht so kompliziert darstellen, wie wir es in der Oberstufe jetzt machen. Sondern es reicht ja da eine simple Darstellung. Also..

S4: Ja aber, ja okay, hä wie?

S3: Man muss ja nicht auf die chemischen Eigenschaften oder so eingehen.

150 **S4:** Nein ich meine, dass man halt darauf, wenn ich Kindern, wenn die mal in die Apotheke gehen, dann sehen sie überall Medikamentverpackungen und kriegen ein Bild davon, dass irgendwie ihre ganze Umwelt ihnen irgendwie schaden möchte. Wobei das so im Extremfall, wie wenn sie in der Apotheke geballt in der Fläche dargestellt wird, gar nicht ist.

155 **Ca:** Ja, das klingt gut. Habt ihr eine Vorstellung, was unter diesen ´neutralen Bakterien´ zu verstehen ist?

- 160 **S5:** Ja, ich glaube die sind weder schlecht noch gut. Also neutral, wie das der Name eigentlich schon sagt. - Was kann man dazu noch sagen? Ich glaube die schaden nicht, aber die bewirken aber auch nichts. Also das die da sein können, aber auch nicht so. Und Vielleicht können die sich aber auch wandeln, dass weiß ich nicht. Dass aus denen einer anderen Form ein schlechtes Bakterium wird oder ein gutes.
- Ca:** Da bin ich tatsächlich auch überfragt. Aber an sich würde ich dir da zustimmen. Die sind..also wir haben auch ein Großteil von Bakterien, die in und auf uns leben, die sind einfach diese neutralen Bakterien. Die einfach keine bestimmte Funktion erfüllen. Aber jetzt auch nicht in keinster Weise schlecht sind. Die sind einfach da. Okay ja..//
- 165 **S4:** //...vielleicht auch das einfach ein Bakterium kein Bewusstsein hat? Also das es wirklich auf so einer kleinen Ebene einfach durch die, war nicht durch irgendwelche Wechselwirkung, durch irgendwelche Kräfte..
- S2:** //..du meinst Chemikalien und so?
- S4:** Wie bitte?
- 170 **S2:** Chemie und so?
- S4:** Ja Chemie. War nicht durch halt diese physikalischen Gesetze einfach wirkt und an sich nicht wie wir ein Bewusstsein hat, sondern einfach nur da ist. Und sozusagen ja (Pause)
- S1:** Die haben keinen Zellkern.
- S4:** Ums Überleben kämpfen, meinst du?
- 175 **S1:** Die haben keinen Zellkern.
- S4:** Ja, (zögernd)..weil die keinen Zellkern. Aber auf jeden Fall..
- S2:** Nee, aber das sind Viren.
- S1:** Nee, die aber die machen einfach nur ihren Job.
- S2:** Viren haben doch einen Zellkern.
- 180 **S4:** Dass das einfach vorhergesehen wird. dass man denen einfach ihr eigenes Bewusstsein einfach abspricht.
- S1:** Vielleicht könnte man dazu auch noch reinnehmen, dass es unter den Bakterien quasi auch so eine Art Kampf ums Überleben ist. Ein Schaf muss ja quasi auch erst eine Pflanze umbringen, damit es das überhaupt erst essen kann. Sowie auch irgendwie für die Katze gewisse Tiere Mäuse, ja ne Mäuse (lachen), einfach Fleisch produziert werden muss, um die überhaupt erst zu füttern. Und das ist dann genauso bei den Bakterien passiert, dass sie auch einfach nur, dass sie nicht selber überleben wollen, aber das sie darauf programmiert worden zu überleben. Weshalb sie dann manchmal Menschen schaden müssen oder anderen Lebewesen.
- 185 **S4:** Sollen wir auch auf Viren darauf eingehen?
- 190 **S3:** Auf was?
- S4:** VIREN.
- S3:** ich glaube nicht.
- S4:** Ne, es geht hier nur..hier geht es nur um Bakterien.

- 195 **S1:** Ich glaube es ist auch super schwer, dass irgendwie Kindern vor allem Kindern beizubringen. Wie S2 und S4 gerade schon meinten. Das Bakterien kein eigenes Bewusstsein haben.
- Ca:** Ja das stimmt. Das könnte ich mir auch vorstellen. Genau, wir haben fast keine Zeit mehr für dieses Thema. Ich würde einfach nochmal, bevor wir das Thema wechseln, auch nochmal bevor wir das Thema wechseln, auch spannend finden würdet auch die Bakterien oder die Wechselwirkung von Bakterien auch außerhalb vom Menschen quasi zu beobachten? Da hatten wir ja auch schon ein paar Beispiele gesammelt mit der (unverständlich), die Methan quasi essen und so weiter und so fort. Würdet ihr das interessant finden mehr in Richtung Tiere oder Pflanzen zu gehen, wenn es um Bakterien geht?
- 200 **S2:** Also, ich fand es auf jeden Fall interessant. Vor allem weil wir darüber so wenig wissen, wie man ja mitbekommen hat. Dass wir eher mal Bescheid wissen, dass es halt Darmbakterien gibt. Aber ich persönlich weiß jetzt nicht so viel von Bakterien in der Tier- oder Pflanzenwelt. Von daher finde ich das sehr interessant.
- 205 **Ca:** (Pause) Super, das halte ich noch einmal fest. Gibt es noch weitere generelle Nebenbemerkungen oder konkrete Bemerkungen.
- S4:** Ja, einmal genau, was ich ja schon meinte mit der Gärung von Bier, also einmal so Alltagsbeispiele. Jetzt wenn man dann in der Tierwelt würde ich vielleicht nicht allzu sehr darauf eingehen, weil es dann vielleicht doch wieder zu zu fern wird...//
- 210 **S3:** //..Aber S4. Du kannst ja keine 5. Klässler mit Bier.
(Allgemeines lachen)
- S3:** Aber du kannst ja vielleicht mit der Fledermaus...
- S2:** Mit Bambucha geht es.
- 215 **S3:** ..und dann machst du noch das andere, was wir in Nawi immer gemacht haben.
- S2:** Bambucha.
- S3:** Was ich...jetzt habe ich den..
- S3:** Vielleicht auch mit Käse oder?
- S2:** Käse?
- 220 **S3:** SOFORT, ich habe da noch eine Idee. Jetzt lass mich das nochmal überdenken. Jetzt hast du mich jetzt aus dem Konzept gebracht...(immer leiser gesprochen)
- S3:** Sorry.
- S2:** Bambucha.
- 225 **S3:** Baubau (Pause) Genau, was ich vielleicht noch interessant finden würde. Einfach nochmal dieser Lebensraum, also der Lebensraum von Bakterien aussieht. Wenn ich im Kampf von wir gegen die Bakterien. Das man das mal näher bringt. Dass das einfach nochmal eine ganz andere Welt ist als unsere.
- Ca:** Ja, spannend.
- S1:** Sind Bakterien nicht auch in uns..(unverständlich)
- 230 **Ca:** Cool, da ist ja wirklich richtig schön was zusammen gekommen. Dann würde ich jetzt einfach spontan oder ganz schnell zur nächsten Aufgabe springen. Ähm die Folie könnt ihr auch, also beim *Padlet* ist das ja die zweite Folie. Da geht es jetzt um Aussagen von Wissenschaftler*innen zu Aspekten von

wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen. Wie können oder kann in der Naturwissenschaft gearbeitet wird. Genau und da haben wir auch wieder Sprechblasen. Ich würde jetzt einfach mal damit anfangen die erste Sprechblase vorzulesen. Und dann könnt ihr euch auch dazu äußern in dem Sinne, ob ihr es interessant findet, ob ihr es interessant findet darüber mehr im Unterricht zu erfahren oder so. Okay, ich lese einmal vor: „Wir arbeiten vor allem viel international und interdisziplinär. Dabei führen wir die fachlichen Perspektiven zusammen. Oft kommen uns da Ideen, wie wir das Problem lösen können.“ Genau, einmal ganz zum Anfang: Wisst ihr was interdisziplinär bedeutet? (Pause – keine Antwort). Sonst kann ich das auch einfach sagen. Interdisziplinär bedeutet einfach disziplinübergreifend, also quasi wie fächerübergreifend in der Schule. Dann zwischen unterschiedlichen Disziplinen in der Forschung also Biologie, Medizin zum Beispiel oder vielleicht noch Informatik mit dazu, sowas.

S1: Sollen wir uns jetzt dazu äußern, was wir von diesem Zitat halten?

Ca: Genau, oder ob ihr dazu noch mehr darüber erfahren wollt oder ob ihr darüber vielleicht schon etwas darüber wisst zum Beispiel.

S1: Achso, also ich finde es wichtig und gut international zu arbeiten. Weil sich durch mehrere Menschen das Gedankengut ja auch irgendwie vervielfacht, beziehungsweise die Ideen. Und man da ja vielleicht.. also es kann natürlich ja auch zu Konflikten führen, weil man einfach nicht auf einen Nenner kommt. Aber vielleicht führt es auch einfach dazu, vielleicht auch schneller auf eine Lösung zu kommen und auf eine ausführlichere Lösung zu kommen. Und ich denke, dass wenn man jemanden was beibringen soll. Dann ist es auch wichtig, wie wir jetzt auch zu den Evolutionstheorien haben wir auch am Anfang damit angefangen, wie das alles so angefangen hat. Also mit dieser christlichen Evolutionstheorie und das dann aufeinander aufzubauen und dann schlussendlich zu dem Schluss zu kommen, ähm das es halt ein Zusammenspiel aus ganz verschiedenen Perspektiven waren, ganz verschiedenen Ideen war, die dann schlussendlich zu dem großen Ganzen geführt haben. Und ich denke es ist wichtig, das dann von Schritt zu Schritt zu machen. Das vor allem Kinder das vielleicht leichter fällt das nachzuvollziehen und da irgendwie den Prozess dahinter noch besser zu verstehen.

S3: Ja dazu ist ja ähm also ich meine, das man interdisziplinär zusammenarbeitet, das man meine ich, wenn man sich jetzt Bakterien und deren Lebensraum anschaut, das es jetzt nicht nur Biologie sondern auch Chemie/Physik. Das da jetzt auch das mit hineinspielt. Das ist ja eigentlich ja eigentlich gegeben. Ja, also ich finde, das ist doch eigentlich klar oder nicht? Und das ist jetzt heutzutage vieles international ist. Das man überall irgendwo die Köpfe hat, die sich irgendwo auf etwas.. auf einen kleinen Fachbereich spezialisiert haben. Und diese dann im Austausch kommen mit anderen Wissenschaftlern, um nachher ein Gesamtbild feststellen zu kommen, ja (Pause). Ach genau und kommen oft mit den kreativen Ideen. Ich weiß jetzt nicht, ob wir jetzt auch Beispiele dazu nennen sollen?

Ca: Ja gerne.

S3: Ich würde schon sagen, momentan schon so, dass die Physik sozusagen schon weiter ist als die Mathematik. Und die Mathematik sozusagen noch hinterherhängt diese Sachen zu beweisen. Also das die Mathematik sozusagen die die Grundlage erst noch liefern muss. Wobei es in der Physik ja eigentlich schon bewiesen ist, innerhalb deren Regeln, dass das so sein sollte. Ich weiß nicht, wie ich das ausdrücken soll.

Ca: Das kann sein, das weiß ich tatsächlich gar nicht. Das wäre dann etwas, woüber du dann mehr erfahren würdest?

S3: Achso, wir waren dann auch noch entmutet. Nee, naja gut, ich wusste jetzt nicht, dass hat sich jetzt so abgelöst von den Bakterien angehört, fand ich.

Ca: Ja, das ist ja okay.

S3: Das war jetzt so mein Gedanke dazu. So jetzt nicht mehr zu erfahren, meinte ich ja schon, das ist irgendwie klar.

280 **S2:** Mir fällt jetzt aber auch nicht etwas in der Biologie auf oder ein, wo halt ganz viele Wissenschaftler auch wirklich interdisziplinär arbeiten und vor allem global. Und das ja auch einfach gerade mit dem Impfstoff und dem kompletten Corona-Virus. Das ist einfach und generell international.

S2: Und das ist das aktuellste Beispiel, was mir momentan dazu einfällt.

285 **Ca:** Genau, aber würdet ihr dann sagen, dass wollt ihr mehr im Unterricht lernen oder auch mehr Beispiele zu einer interdisziplinären Zusammenarbeit irgendwie kennenlernen im Unterricht oder eher nicht?

S2: Also ich finde es schon wichtig, dass auch ein bisschen kennenzulernen um auch wie gesagt Hintergründe zu verstehen um das alles auch besser nachvollziehen zu können. Deshalb finde ich das auch wichtig, dass es mehr Teil von Unterricht wird.

Ca: Okay.

290 **S3:** Also ich finde das ehrlich gesagt nicht so wichtig, weil also wenn ich jetzt zum Beispiel bei Evolution, haben wir auch über die Geschichte der Evolution geredet. Und da kommt es ja eigentlich auch zusammen. Das sowas dann auch interdisziplinär ist. Und jetzt explizit nochmal darauf einzugehen, finde ich ist ein bisschen, ich finde das ist schon fast trivial.

295 **Ca:** Okay, habe ich auch mit aufgenommen. (Pause) Genau, nochmal um jetzt auf das ganz Allgemeine einzugehen. Fallen euch also habt ihr im Unterricht naturwissenschaftliche Arbeitsweisen irgendwie schon mal besprochen oder thematisiert, oder?

S2: Letztens im Physikunterricht haben wir über ein Experiment gesprochen, ich weiß leider gar nicht mehr wie der Herr hieß. Aber es ging darum...

S3: Milleton?

300 **S4:** Milleton.

S2: Milleton. Und es ging darum. Middleton. Und da ging es darum herauszurechnen.

S5: Milekton hieß der.

305 **S2:** Milekon genau. Milekon. Und da wurde uns auch erzählt auf was für Probleme er gestoßen ist bei seinem Versuch. Und wie er das dann schlussendlich gelöst hat. Und ja, wir haben schon Erfahrungen damit gemacht. Und wie gesagt auch bei den Evolutionstheorien, dass wir auch auf andere Evolutionstheorien eingegangen sind und nicht nur auf die des heutigen Wissenstandes.

Ca: Ja. Da fandet ihr das denn wichtig und interessant darüber mehr zu erfahren. Also oder würdet ihr noch mehr wissen oder reicht das so, dass ihr jetzt erzählt wie es bis jetzt im Unterricht gemacht wird?

310 **S5:** Also ich persönlich fand es schon interessant so wie es sich entwickelt hat vor allem bei den Evolutionstheorien. Ähm bei Milekon fand ich es interessant, dass jemand überhaupt so smart ist seine (lachen) eigenen Probleme so gut zu lösen. Also der stand wirklich von einem großen Problem, wo man so dachte hätte 'ja, das muss ja jetzt einfach funktionieren', aber es hat nicht funktioniert. Und dann den Prozess nachvollziehen zu können und wie es dann schlussendlich zum Ergebnis gekommen ist, dass dieser Versuch funktioniert hat. Das fand ich schon interessant. Und also irgendwie, mich hat es
315 jetzt selber nicht so unglaublich motiviert auch irgendwie so ein schlauer Kopf zu werden. Beziehungsweise irgendwie (unverständlich), aber ich denke es ist, wenn man erfährt, dass Leute auch scheitern. Dass das da vielleicht auch ein Ansporn ist.

Ca: Ja.

S5: Ein gutes Beispiel dazu ist ja auch die Entwicklung des Periodensystems und allgemein des Atommodells. Das halt auch, was vielleicht auch interessant ist für Schüler, dass halt auch sehr vieles auch nur Theorien sind und Modelle. Und das sozusagen ein Versuch ist die Welt irgendwie in Regeln erklären zu können, beschreiben zu können, berechnen zu können. Aber an sich manche Sachen nicht so wirklich nachgewiesen können ´so ist das und das sind die Regeln.´ Und das es vielleicht auch irgendwie abgesehen sozusagen von unserer Perspektive vielleicht auch noch andere Sichtweisen gibt, die dafür eine andere Begründung hätten und wir sozusagen nur als ein oder sozusagen ein Fischglas sind und nur diese Umstände wo wir in uns drin sind halt das beschreiben möchten.

Ca: Ja, spannend. Tut mir Leid, wenn es immer so eine kleine Stille ist, nachdem ihr was gesagt habt. Ich versuche das ja noch mitzuschreiben und dann bin damit immer noch gut beschäftigt. Würdet ihr..wir können uns mal die dritte Sprechblase anschauen hier. Da steht drin als direktes Zitat von einer Wissenschaftler*in: „Wirgelöst werden müssen“. Würdet ihr da sagen, diese Aussage findet ihr die eher motivierend, weil ihr sagt ´cool, es gibt noch so viel zu wissen und zu erforschen´ oder würdet ihr sagen, dass es demotivierend weil wir ja immer noch nicht wirklich viel wissen.

S2: Ich finde das ist motivierend, vor allem ein Lehrer von uns sagt immer `Wissenschaft ist der aktuelle Stand des Irrtums´ und ich finde es schon interessant, vor allem wenn man denkt, dass man schon sehr viel weiß, aber trotzdem weiß, dass es noch viel mehr gibt. Und es auch die Möglichkeit gibt das alles noch zu erfahren und zu entdecken. Wird vielleicht auch immer nochmal die Neugier angeregt, und ja.

S5: Warte mal. Und dazu auch noch. Das natürlich auch einige Sachen, die jetzt zumindest erkannt wurden und vielleicht auch belegt wurden teilweise. Vielleicht auch im nach hinein als falsch erwiesen werden. Weil so sind wir ja auch, also wir stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen sozusagen neue Forschungsergebnisse auf. Auf denen dann wieder andere aufgebaut werden. Das macht schon Sinn, also die Aussage macht schon Sinn.

Ca: Ja.

S3: Ich würde da auch nochmal vielleicht, ein bisschen weit hergeholt, aber nochmal auf Faust verband sprechen. Der ja auch irgendwie gesagt hat, dass er alles studiert hat, aber eigentlich gar nichts weiß. Das ist halt, desto mehr man überhaupt weiß, mehr neue Türen öffnen, für die man wieder keine Antworten hat. Und genau, desto mehr man eigentlich mitbekommt, desto wenig.., desto mehr weiß man, was man noch nicht weiß. Und dass das überhaupt gar nicht sozusagen da drin ist, dann hat man nur eine grobe Frage, aber hinter dieser Frage stecken eigentlich unendlich viele kleine.

Ca: Ja super. Vielen Dank schon mal für das Ganze. Wir müssen gleich schon zurück. Aber ich würde bevor wir gleich wieder zurückgehen, würde ich gerne nochmal auf die zweite Sprechblase eingehen. Weil wir das bis jetzt noch gar nicht gemacht haben. Und zwar gibt es eine Empfehlung, dass man aus äh, dass man über die Arbeit von Wissenschaftler*innen als eine Art Reise mit großartigen Erfahrungen berichtet, mit Hindernissen und den Umgang damit, aber auch was am Ende dabei herauskommt. Was würdet ihr dazu sagen? Würdet ihr es auch spannend finden, dass die Arbeit so als Reise dargestellt wird? Genau und bei dieser Reise besonders spannend findet?

S2: Also ich glaube, ich wiederhole mich da wieder ein bisschen. Also aber ich finde vor allem die Anfangszeit sehr interessant um zu gucken, wie wurden die Personen da überhaupt zu gebracht irgendwie sowas zu erforschen oder da weiter zu denken. Und dann vielleicht Probleme, auf die sie gestoßen sind und zum Ende dann, wie halt das Endprodukt aufgenommen wurde. An sich finde ich das glaube ich als Reise, also tatsächlich Reise für Kleinere gut, aber trotzdem das man bei der Sek 1 auch so einen Prozess unterrichtet. Also vielleicht in einer Stunde immer so (Pause) das immer, das man das halt

stundenweise diesen Prozess immer weiter aufbaut und dann von (unverständlich) zu kommt. Das fände ich auch eine gute Idee.

Ca: Ja, du hattest jetzt ja keins, also in der Sek 2 lieber nicht?

365 **S2:** Also Sek 1 würde ich sagen, dass es wirklich eine direkte Reise ist und Sek 2 eher der Prozess. Also nicht als Reise darstellen, sondern...

Ca: Ah okay.

370 **S2:** Sondern eher so und so hat es angefangen und dann gab es halt das Problem und das wurde so und so gelöst und das halt eher ein wenig faktisch machen und bei Sek 1 das eher so ein bisschen ausschmücken noch.

Ca: Ah okay. Wie seht ihr anderen das? Würdet ihr auch gerne über diese Reise mehr erfahren? Wenn ja, wie?

[**Aus dem Off:** Kommt ihr denn auch in der nächsten Minute wieder zurück, Ca? Ja, wir sind grad noch bei der letzten kurzen Frage. Super dann sehen wir uns gleich. Super bis gleich.]

375 **S1:** Hier ist S1 nochmal. Ich bin jetzt auch ...verwirrt. Ich finde dass es eigentlich ganz gut ist, wenn man die Wissenschaft oder quasi die wissenschaftlichen Erkenntnisse als Reise darstellt. Einfach weil es gibt ja auch in der Wissenschaft viele Mischschritte zum Beispiel das aller erste Rosinenkuchenmodell von, oah ich weiß jetzt nicht wer es war, aber in der Physik mit den Atomen, wie das dargestellt wurde. Das es zwar in die richtige Richtung ging, allerdings da trotzdem quasi wenn man es metaphorisch darstellt
380 eine falsche Abzweigung jetzt zum Beispiel war. Und ich finde es aber auch ganz gut, dass man dann wirklich klar macht, dass es nicht wirklich ein Ziel gibt. Einfach weil, ja gut, die Reise generell ist das Ziel und man kann ja jetzt auch nie wirklich das Ende der Welt quasi finden und wirklich wissenschaftlich belegen, finde ich. Eher so als kontinuierlicher Weg, könnte man das glaube ich darstellen.

385 **S3:** Also ich finde das Bild von einer Reise durch das (Kommentar von anderen Schülern, ich habe das Mikrofon an S4, bitte leise (lachen)). Also ich finde das Bild von einer Reise durchs Ungewisse eigentlich auch ganz schön. Weil man noch nicht genau weiß wo es hingehet und bei einer Reise wird auch was links und rechts liegen gelassen. Man kann nicht alles sehen. Und dass es halt sozusagen nur ein Ausschnitt ist vom Großen/ Ganzen. Nur ein kleiner Weg, ich würde sagen durch die ganze Natur, durch die ganze Welt.

390 **Ca:** Ja, super. Vielen vielen Dank für eure ganzen Gedanken (unverständlich). Danke nochmal fürs Diskutieren uns bis gleich im anderen Raum.

S2: Sehr gerne. Bis dann.

S4: Tschüss.

(Ende des Interviews)

Interview mit Schüler*innen (SuS1.2) - Transkription

Cc: Moderation

Teilnehmende Arbeitsphase: A., B., C., D.,

(Begrüßung und Einleitung)

Cc: Das heißt die Aufgabe besteht darin: Welche Inhalte zum Thema Bakterien oder Bakterien-Wirt-Beziehungen sind aus Ihrer Sicht oder aus eurer Sicht interessant und wie könnte man dies umsetzen - Könnt ihr auf das Wort klicken? (I1.1; Zeile 8-10)

B: Meinen Sie auf das bei dem Padlet? (I1.1; Zeile 11)

5 **Cc:** Genau. Und da könnt ihr das jetzt alles sehen? Die Aussagen von den Wissenschaftlern und da möchte ich jetzt gerne eure Meinung dazu hören. (I1.1; Zeile 12-13)

A: Sonst würde ich einfach mal anfangen. Also die Aussage eins {zu der komplexen mikrobiellen Gemeinschaft in uns}. Nochmal kurz als Frage, was genau möchten Sie jetzt? (I1.1; Zeile 14-15)

10 **Cc:** Genau. Ich möchte gerne, dass ihr einmal Stellung dazu bezieht. Also es sind Aussagen von Wissenschaftlern. Das heißt bei Aufgabe eins möchte ich gerne wissen, seht ihr das auch, ist das eine komplexe mikrobielle Gemeinschaft mit der wir alle verbunden sind oder könnte man das als romantische Beziehung, also wir, andere Tiere mit Bakterien – könnte man das so sehen? Bei dem zweiten ist das so, seht ihr das genauso mit diesem Stigmata gute vs. schlechte Bakterien oder wie steht ihr dazu, dass das als neutral angesehen wird? Versteht ihr diesen Gedanken oder eher nicht? Und bei dem dritten frag ich mich zum Beispiel, was sind denn konkrete Beispiele für gute Auswirkungen? Wisst ihr was wo es gute Bakterien gibt oder habt ihr sowas schon mal im Unterricht behandelt? Das sind so Fragen, die ich dazu gerne von euch beantwortet haben möchte. (I1.1; Zeile 16-24)

20 **A:** Ok. Also Aussage eins {zu der komplexen mikrobiellen Gemeinschaft in uns} würde ich nicht unbedingt zustimmen. Also ich finde als romantische Beziehung sowas zu bezeichnen, das ist meiner Meinung nach nicht so ganz zutreffend. Also es ist natürlich so, dass wir sehr abhängig von vielen, vielen Mikroorganismen sind und das diese natürlich auch in Bezug zueinander stehen. Aber allgemein kann ich mit Aussage eins nicht so viel anfangen. Aussage zwei {zu dem Stigmata mit den guten und schlechten Bakterien bzw. vielmehr neutralen Bakterien} hingegen finde ich eigentlich relativ gut, denn es gibt ja weder gute noch schlechte Bakterien. Es gibt einfach welche, die uns schaden und welche, die für uns arbeiten. Allerdings muss man es natürlich so sehen, dass die Bakterien, die uns eigentlich schaden, in gewissen Dosen gut für uns sind. Also da müsste man vielleicht mal eine Art Neudefinition vornehmen. Nicht so sehr katalogisieren. Ich denke, dass ist auch sehr interessant für den Unterricht, weil man da gut in die Diskussion gehen kann. Da könnte man vielleicht anhand von Beispielen oder auch Schaubildern arbeiten. Das heißt man könnte eine Ausgangslage diskutieren und dann verschiedene
30 Bakterien zu dieser Ausgangslage hinzuziehen und dann Auswirkungen besprechen. Aussage drei {zu den guten Auswirkungen von Bakterien} fällt finde ich so ein bisschen mit Aussage zwei zusammen. Also ich denke, dass man das ganz gut verbinden könnte und auch in diese Diskussion mit hineinnehmen kann. (I1.1; Zeile 26-41)

Cc: Ok. Super. (I1.1; Zeile 42)

35 **B:** Also ich finde bei der ersten {Aussage zu der komplexen mikrobiellen Gemeinschaft und der romantischen Beziehung}, da stimme ich A. so ein bisschen zu, dass mit der romantischen Beziehung. Das ist zwar nur eine Metapher, aber irgendwie finde ich, ist das ein bisschen doll vielleicht. Also das erste, das wir alle untrennbar mit einer mikrobiellen Gemeinschaft verbunden und abhängig sind, da würde ich jetzt zustimmen, weil meiner Meinung nach ist es ja auch so, dass wir das sozusagen brauchen, um

40 überleben zu können bzw. auch andere Organismen. Und bei der zweiten Blase {zum Stigmata von
guten und schlechten Bakterien bzw. den neutralen Bakterien}, beim zweiten Statement, stimme ich
nicht ganz so überein. Ich finde dieses neutral trifft es meiner Meinung [nach] nicht ganz so auf den
Punkt. Neutral ist so ein bisschen, ich finde das hört sich so an, als ob das gleichgültig wäre. Aber das
ist bei mir einfach ein Formulierungspunkt, wo ich sagen würde: 'Okay, ich würde das anders schrei-
45 ben.' Generell glaube ich, ist jetzt keine Aussage falsch oder so. Und beim Letzten {zu den positiven
Auswirkungen von Bakterien} würde ich auf jeden Fall zustimmen. Klar Bakterien haben jetzt irgendwie
nicht nur mit Krankheiten und so einem Zeug zu tun. Dementsprechend zum Unterrichtskontext ist es
glaube ich auch einfach mal interessant zu gucken, wie können Bakterien eigentlich helfen und wofür
brauchen wir Bakterien, um überhaupt leben zu können. Vielleicht das was A. auch schon so ein biss-
50 chen angefangen hat. Mit den schlechten Bakterien, die uns schaden. In welchem Maße können die
vielleicht auch helfen oder wofür brauchen wir auch das? Das weiß ich auch selbst nicht, deswegen
fände ich das auch selbst interessant. (I1.1; Zeile 43-60)

Cc: Ok, super. Danke für deine Meinung. Wie sieht es mit C. und D. aus? Habt ihr eine Meinung dazu?
(I1.1; Zeile 61-62)

55 **C:** Also ich persönlich kann dem eigentlich zustimmen. Ich weiß tatsächlich gar nicht so viel über Bak-
terien, deswegen hab ich da gar nicht so eine große Meinung dazu. Aber wie auch im dritten Statement
gesagt wird, wären Beispiele für die positiven Auswirkungen vielleicht auch ganz interessant, aber die
werden da ja auch genannt. (I1.1; Zeile 63-66)

Cc: Also du findest besonders so positive Beispiele, dass das ganz interessant wäre für den Unterricht?
60 (I1.1; Zeile 67-68)

C: Ja, besonders weil man Bakterien ja oft mit was Bösem, sage ich mal so, verbindet und sie das ja
vielleicht nicht immer sind. Und das mal konkreter zu besprechen, wäre mal ganz interessant. (I1.1;
Zeile 69-70)

Cc: Ihr könnt immer hier mein Tippen hören. Das tut mir leid. Ich versuche mir hier immer ein paar
65 Notizen zu machen und gleichzeitig will ich noch mit euch reden. (I1.1; Zeile 72-73)

D: Ich finde auch, genauso wie die Meinung von A. (unverständlich) (I1.1; Zeile 74)

Cc: Man kann dich nicht so super verstehen. Kannst du daran noch was ändern, geht das? (I1.1; Zeile
75)

70 **D:** Ich weiß nicht. Meine Kopfhörer sind nicht die Besten und das Mikrofon. Aber können Sie mich jetzt
hören? Könnt ihr mich jetzt hören oder muss ich schreien? (I1.1; Zeile 77-78)

Cc: Ja, aber leise. Ich versuche ganz genau zuzuhören. (I1.1; Zeile 79)

D: Also Sie hören mich jetzt? (I1.1; Zeile 80)

Cc: Ja. (I1.1; Zeile 81)

75 **D:** Gut. Also ich habe gesagt, dass ich der gleichen Meinung wie A. bin. Das ich den Aussagen zustimme.
Weil es gibt ja nicht nur schlechte Bakterien sondern auch gute. Und jede Bakterien haben so Funktio-
nen im Leben. Deswegen sollte man ja auch Beispiele nennen, damit man auch weiß, was die Guten
und was die Schlechten machen. (I1.1; Zeile 82-85)

Cc: Was wären denn so Beispiele, die euch dazu einfallen? Sei es zum Beispiel zu guten Bakterien oder
schlechten? Habt ihr dazu irgendwas? (I1.1; Zeile 86-87)

80 **D:** Zu erwähnen wären da die Bakterien, die im Magen sind. Im Verdauungstrakt leben und uns helfen,
unser Essen zu verdauen. Dann habe ich jetzt keine Ahnung von noch Anderen. (I1.1; Zeile 88-89)

C: Ich würde auch gerne noch was hinzufügen. Und zwar war das für mich eben ganz logisch, aber mir ist eben aufgefallen, dass ich das gar nicht gesagt habe: Und zwar würde ich das Thema Bakterien natürlich im Zuge mit dem Immunsystem behandeln. Also das war bei mir so der Grundgedanke. Natürlich gehört dass da mit zu. Und ich muss sagen als ich das Thema Immunsystem hatte, da hatten wir so eine schicke Grafik mit den verschiedenen Stationen und so. Und das fand ich echt gut und das ist auch gut im Gedächtnis geblieben. Und ich dachte, dass man da vielleicht das so ein bisschen interaktiv machen könnte. Das man sich das Immunsystem anschaut und erstmal im Kompletten begreift und dann beispielhaft ein Bakterium zuführt und schaut wie sich das auswirkt. Das wäre dann ja ein schlechtes Bakterium – in Anführungszeichen. Gerade in Bezug auf Infektionen und so und das man dadurch so ein bisschen differenzieren könnte, was gut und was schlecht für den Körper ist und das da halt die Menge das macht und der Status des Immunsystems. Und das wenn man mehr als ein neues Bakterium hinzuführt, dass das vielleicht auch zu einer Überbelastung führen kann, was sich dann weitervermehren kann. Also so würde ich mir das vorstellen als interessante Einheit. (I1.1; Zeile 90-102)

Cc: Ja, danke für deinen Input. Das ist doch schon mal super hilfreich. Ihr könnt auch, ich bin jetzt selber hier am Mitschreiben, wenn ihr Punkte habt, die ihr vielleicht noch ergänzen wollt oder dazuschreiben wollt, dann könnt ihr das auch gerne machen. Wollte ich nur nochmal erzählen. Jetzt haben wir das Immunsystem schon gehabt und Ernährung. Inwieweit habt ihr denn das Thema schon im Unterricht behandelt? Also fernab des Menschen habt ihr da auch schon mal Bakterien gehabt? (I1.1; Zeile 104-109)

C: Könnten Sie das letzte nochmal wiederholen. Das ist etwas untergegangen. (I1.1; Zeile 110)

Cc: Ja, ich wollte nochmal fragen, ob ihr so Beispiele mit den Bakterien, ob ihr das vor allem mit den Menschen gemacht habt oder ob ihr auch mal andere Beispiele habt von anderen Tieren oder Pflanzen und Bakterien? (I1.1; Zeile 111-113)

C: Vielen Dank für das Wiederholen. Wir haben ursprünglich ja unterschiedlichen Biologieunterricht gehabt, deshalb kann das so ein bisschen variieren. Und ich persönlich habe das Immunsystem behandelt und bakterielle und virale Infektionen und das in Bezug auf den Menschen. Und danach haben wir uns gemeinsam im Profil, ich glaube das war in der 11., mit dem strukturellen Aufbau von Bakterien und Viren beschäftigt. Und wir hatten auch ein/zwei Beispiele, wenn ich mich jetzt recht erinnere. Und solche Beispiele wie bestimmte Erkrankungen, die tauchen natürlich immer wieder auf, auch in Bezug auf andere Themen. Aber soweit ich mich erinnern kann, hatte ich was Bakterien betrifft nichts außerhalb von menschlichen Beispielen. (I1.1; Zeile 114-121)

Cc: Würde euch sowas denn mal interessieren? Also ist es für euch interessanter wenn es einen Menschenbezug hat oder kann es auch mal ein Beispiel sein von einem Tintenfisch, einem Schwamm oder einer Maus? (I1.1; Zeile 122-124)

B: Ich glaube, das hängt ein bisschen davon ab in welchem Kontext und ob das vielleicht auch etwas ist, was einen selbst so ein bisschen betrifft. Ist vielleicht ein bisschen falsch ausgedrückt, aber irgendwas, was interessant ist. Nicht so eine *random* Infektion von irgendeinem Tier, das man vorher noch nie gehört hat. Sondern irgendwas, das so ein bisschen heraussticht, was besonders ist. Aber ich muss sagen, dass mich persönlich Themen, die den Menschen beziehen, mehr interessieren. Bzw. es ist einfach näher dran, das ist für mich einfacher, daraus dann Schlüsse zu ziehen. Es begegnet einem dann auch mit höherer Wahrscheinlichkeit auch nochmal. Und ich hatte übrigens vorher noch nicht so viel mit Infektionen [gemacht]. Ich finde es auf jeden Fall ein interessantes Thema. (I1.1; Zeile 125-132)

Cc: Ok, super. Danke für den Input. Habt ihr noch irgendwas, was ihr allgemein dazu noch sagen wollt? Dann würde ich übergehen in die nächste Arbeitsphase. (I1.1; Zeile 133-134)

130 **C:** Allgemein muss ich da leider zustimmen. Ich persönlich finde das Thema hochinteressant und mich würden auch Themenfelder außerhalb des Bezuges zum Menschen interessieren. Ich denke, dass der menschliche Bezug gerade zu Beginn einen guten Einstieg bietet, weil man da Dinge aus dem Alltag aufgreifen kann und dadurch es für die Schüler ja greifbarer ist, als wenn man es ganz abstrakt gestaltet. (I1.1; Zeile 135-139)

135 **Cc:** Ok. Super. Danke für den Input. Ich bin ja auch in so einem Sonderforschungsbereich mit Fachwissenschaftlern und ich wollte noch dazu sagen, dass das Thema in der Forschung total aktuell ist, aber das Thema in der Schule meistens nicht so den großen Stellenwert hat, weshalb ich versuche, dass weiter in die Schule zu bringen. Weil wir zum Beispiel mittlerweile wissen, dass wir zu mehr als der Hälfte unserer Zellen sind Bakterienzellen und mittlerweile gibt es auch erste Forschungsergebnisse, dass Bakterien unser Verhalten oder Gehirn auf jeden Fall mitbeeinflussen. Das sind so Sachen. Würde auch sowas auch mal mit interessieren zum Beispiel? (I1.1; Zeile 140-146)

140 **B:** Ich muss sagen, dass ich den Forschungsbezug im Unterricht richtig gut finde. Auch wenn das jetzt nichts ist, was bewiesen ist oder irgendwie sowas. Sondern wenn es einfach darum geht: Ok, wo stehen wir eigentlich von der Forschung und was sind vielleicht Aussichten? Oder vielleicht auch mal mit Menschen zu reden, die in solchen Bereichen forschen. Deswegen, fände ich auf jeden Fall cool. (I1.1; Zeile 147-150)

145 **C:** Ich persönlich finde den Forschungsbereich wirklich hochinteressant. Ich denke auch, dass er für einige im Biologieprofil sehr interessant ist, da wir ja alle für die Biologie brennen und wir uns [sonst] das Bioprofil nicht ausgesucht hätten. Ich persönlich könnte mir vorstellen, später in die Forschung zu gehen im Bereich der Biologie und von daher finde ich all diese Sachen immer sehr interessant, gerade wenn man dann Einblicke bekommen kann. Aber ich wollte auch nochmal im Allgemeinen hinzufügen, dass ich persönlich auch immer Spezial- und Sonderfälle sehr faszinierend finde. (I1.1; Zeile 152-157)

Cc: Ja, ok. (I1.1; Zeile 158)

150 **A:** Ich kann mich da auch anschließen. Ich finde es auch immer interessant, auch wenn es vielleicht Studien sind, die noch nicht bewiesen sind, aber sich einfach damit zu beschäftigen quasi sich auch mit biologischen Theorien auseinanderzusetzen und „was könnte sein, wenn ...“ finde ich auch immer sehr interessant an der Stelle. (I1.1; Zeile 159-162)

155 **Cc:** Also ihr meint zum Beispiel auch mal Fragen, die wir vielleicht noch nicht gelöst haben? Also so wo es noch keine Antwort drauf gibt? Meinst du sowas würde euch auch interessieren? (I1.1; Zeile 163-164)

160 **A:** Ja. Also ich spreche für mich; C. nickt auch schon. Ich glaube wir finden es sehr interessant, auch nicht nur dann Vergangenes, was schon bestätigt ist, sondern auch Aktuelles, was noch nicht bestätigt ist oder widerlegt wird und sich darüber Gedanken zu machen, finde ich persönlich ziemlich interessant. (I1.1; Zeile 166-169)

165 **C:** Ich finde es tatsächlich auch immer super, wenn man selbst auch noch ein bisschen mitdenken kann. Gerade wenn es um noch offene Studien oder offene Fragen geht. Das man da vielleicht erstmal mit dem Wissen, das man schon erarbeitet hat, hereingeht und vielleicht auch selbst mal ein bisschen überlegen kann, was denn da noch passieren könnte und in welche Richtung man selbst da noch gehen würde bei den offenen Fragen. (I1.1; Zeile 170-174)

Nature of Science – Arbeitsphase 2

Cc: Ja, super. Das hört sich doch gut an. Denn jetzt sind wir eigentlich schon direkt im zweiten Teil. Ich habe hier andere Aussagen. Das seht ihr einmal hier oder im Padlet. Und zwar haben wir hier nämlich, dass die Wissenschaftler gesagt haben, dass sie vor allem interdisziplinär und fachlich in verschiedenen

170 fachlichen Perspektiven, auch international arbeiten und die zusammenführen und dabei kommen den-
nen häufig kreative Ideen. Die zweite Aussage war, dass sie empfehlen würden über die Arbeit eines
Wissenschaftlers mehr als eine Reise mit großartigen Erfahrungen und Hindernissen oder den Umgang
175 mit Hindernissen mehr präsentiert und nicht nur die Ergebnisse selber. Und die dritte Aussage ist: „Du
denkst, wir wissen viel? Wir wissen nicht! Es gibt noch so viele Probleme/Fragen, die gelöst werden
müssen.“ Und da würde mich mal eure Meinung interessieren. Findet ihr so interdisziplinäre Einblicke,
wenn ein Physiker mit einem Biologen oder gerade ganz viel Bioinformatiker mit Biologen zusammen-
arbeiten, findet ihr sowas interessant? Bei der zweiten [Sprechblase] ist es so: Habt ihr sowas schon
mal gehabt im Unterricht oder würde euch sowas mal interessieren, den Weg eines Wissenschaftlers
180 mitzukriegen? Und die Frage zum dritten Statement, ob ihr sowas motivierend findet: „Du denkst wir
wissen viel? Wir wissen nichts!“ oder ob ihr sagt: „Oh, ne. Das ist voll demotivierend.“ Das würde mich
nochmal interessieren. (I1.1; Zeile 176-190)

B: Nein, ich finde das auf jeden Fall zum dritten Beispiel {über die positiven Auswirkungen von Bakte-
rien} schon interessant. Ich finde das eigentlich motivierend. Aber es gibt ja auch immer, dass was man
so eigentlich sagt, was man alles noch nicht weiß. Das ist ja immer so eine offene Frage, so eine große
185 Frage, was es noch alles gibt. Generell was ja alles erforscht wurde, also das wird sich alles noch total
weiterentwickeln. Dementsprechend ist ja auch etwas, was erforscht wurde nicht immer gleich in Stein
gemeißelt und so bleibt es für immer. Dementsprechend ist das glaube ich generell so ein Spiel, das
immer weitergehen wird und deswegen finde ich auch dieses Interdisziplinäre so cool. Vielleicht auch
mal Diskussionen zu hören so mit, keine Ahnung, einem Physiker und einem Biologen, die sich dann
190 über irgendwelche Themen unterhalten, die eine Schnittstelle [haben] und das man einfach mal zu-
hört, was die so dazu sagen. Einfach mal eine offene Diskussion von denen zu hören und das so zu
verfolgen, auch wenn man vielleicht nicht alles versteht, weil es auch sehr spezifisch ist. Das fände ich
cool. Und den Weg eines Wissenschaftlers fand ich sehr interessant. Wir hatten so eine Profifahrt nach
Sylt ins Forschungsinstitut und da war auch ein Biologe bei uns mit, da wo wir gewohnt haben und mit
195 dem haben wir ein bisschen geredet und das fand ich schon interessant. Aber ich muss sagen, ich fand
das auch echt erschreckend, wie schwer das auch finanziell ist und die ganzen Sachen. Das ist glaube
ich ganz gut, wenn man darüber ein bisschen aufklärt und zeigt: Was gibt es für Chancen, was gibt es
für Wege und warum machen die das dann eigentlich auch noch, weil wenn das wirklich so schwer ist,
da muss man ja echt für brennen, um zu sagen, ich ziehe das jetzt durch. (I1.1; Zeile 191-208)

200 **Cc:** Genau. Dazu auch mit, dass man teilweise nur Jahres- oder Zweijahresverträge gibt. Das sind halt
schon Sachen, die euch vielleicht gar nicht so bewusst sind und in der Forschung dann auch, wo einem
die äußeren Umstände, obwohl man gut und motiviert ist, Steine in den Weg legen. (I1.1; Zeile 209-
211)

B: Ja, der hatte auch eine Familie und so. Entsprechend war das schwer. Also der hat viel darüber
205 geredet, dass es eigentlich echt kompliziert ist. Oder auch so Themen wie Forschungsreisen oder so-
was, das finde ich auch cool. Vielleicht mal Unternehmen, naja nicht Unternehmen, sondern For-
schungsinstitute, die sowas machen. Da mal Leute zu hören, die auf einer Forschungsreise waren und
was die da gemacht haben und was deren Eindrücke dazu waren. Vielleicht nicht unbedingt nur das
Wissenschaftliche, was ich auch cool finde, sondern auch einfach auf so eine Reise zu gehen als Person
210 auch. (I1.1; Zeile 213-219)

Cc: Genau. Da gibt es ja zum Beispiel auch in Kiel gerade Mal, dass Geomar, die halt auch immer For-
schungsreisen in die Arktis machen, was auch immer ein Punkt ist und mit denen arbeiten wir auch
zusammen. Vielleicht kann man da auch mal wieder Einblicke weitergeben. Danke für den Input. Was
sagen denn die anderen dazu? (I1.1; 220-223)

215 **C:** Also ich finde alle Sachen wirklich wichtig. Ich denke, dass man sie auch gut verbinden könnte. Also
ich muss B. leider ein bisschen widersprechen. Diskussionen finde ich zum Teil gar nicht so interessant,

gerade weil die oft sehr hitzig werden und dann nicht mehr auf einer sachlichen Ebene bleiben. Hin-
gegen finde ich diese Kooperationen wirklich sehr, sehr spannend. Gerade wenn es sich wirklich um
solche speziellen Themen handelt oder halt irgendein Sonderfall und da die Wissenschaftler voneinan-
der profitieren können. Das finde ich wirklich ganz, ganz toll. Ich weiß nicht, ob ich wirklich beim State-
ment zwei {das wissenschaftliche Arbeiten} als eine Reise darstellen würde. Es ist halt Forschung. Ja,
also mir war immer bewusst, woraus Forschung besteht und ich habe da auch schon ganz früh Erfah-
rungen mitgemacht durch „Jugend forscht“ in Klasse 6 und auch immer im privaten Bereich. Also die
„Nacht der Wissenschaft“ besucht und da auch mit den Forschern geredet und so und dadurch würde
ich es persönlich auch gar nicht als eine Reise darstellen. Aber das liegt auch daran, dass mir eigentlich
schon immer klar war, woraus Forschung besteht. Zum Statement drei {mit den ungelösten Fragen der
Wissenschaft}, da würde ich persönlich dann noch mit [hin]einnehmen, dass wir schon viel erreicht
haben und dass wir schon viel erforscht haben und jetzt auch wissen. Denn wenn man es so stehen
lässt, wirkt es für mich sehr negativ und da könnte so ein bisschen die Frage aufkommen, warum macht
man überhaupt das Ganze? Daher würde ich das vielleicht mit etwas positivem Verknüpfen. Einem
Rückblick zu dem, was früher geglaubt wurde, was da als neueste wissenschaftliche Erkenntnisse gal-
ten und was wir jetzt schon wissen und wo wir jetzt dran arbeiten. Also dass das eine kontinuierliche
Entwicklung ist. Wir wissen natürlich vieles noch nicht, aber einiges wissen wir schon. (I1.1; Zeile 224-
243)

Cc: Ja, danke für den Input. Bzw. kann man ja auch sagen, es gibt gesicherteres Wissen, weil es gibt ja
auch immer Hypothesen mit Forschungsfragen und auch das ist immer mit Vorsicht zu genießen, aber
es gibt gesicherteres Wissen und Wissen wo wir einfach noch viel mehr Wissen brauchen, damit es
gesicherter wird, sagen wir mal so. Ich wollte nochmal D. und A. fragen, was ihr dazu sagt. Habt ihr
auch nochmal eine Meinung zu den Aussagen? (I1.1; Zeile 244-248)

A: Ich hab tatsächlich gar nichts mehr hinzuzufügen. (I1.1; Zeile 249)

Cc: Ok, super. (I1.1; Zeile 250)

D: Ja, ich kann dazu auch irgendwie nichts sagen. Alle anderen haben irgendwie schon alles gesagt.
(I1.1; Zeile 251)

Cc: Ok, aber dann frag ich dich D. und dich, A. nochmal direkt: Würdet ihr das denn ganz interessant
finden, mehr Einblicke in das wissenschaftliche Arbeiten mit diesem zweiten Statement zu bekommen
und was würde euch da vielleicht interessieren und ist es eher, dass auch mal Misserfolge, dass das
auch mal berichtet wird oder eher wie das zum Erfolg gekommen ist vielleicht? Also auf welche Art
und Weise sollte über Forschung berichtet werden? (I1.1; Zeile 253-257)

A: Ich finde es auch wichtig, dass man Misserfolge mit [he]reinnimmt, um einfach auch den Weg zu
verstehen, wie sie es geschafft haben diesen eventuellen Erfolg zu erzielen. Und ich persönlich würde,
ich weiß gar nicht, ob das schon gesagt wurde, also ich würde es total interessant finden, wie C. schon
sagte, nicht auf so eine Reise aber auf so eine Fahrt, eine Forschungsfahrt, mitzukommen und eben da
auch nicht die Priorität darauf zu setzen, das wirklich zu erfüllen. Sondern eventuell auch einfach Fehler
zu finden, um mit dem Ausschlussprinzip dann vielleicht auch weiterarbeiten zu können. Das ist dann
an der Stelle vielleicht auch wichtig. (I1.1; Zeile 258-264)

D: Ja, ich finde man muss schon die Misserfolge erstmal zeigen und dann die Erfolge, damit man sieht
wie sie dazu gekommen sind. Also zum Erfolg. Ich finde es schon wichtig, dass sie sagen, was sie mit
diesem Erfolg machen werden in der Zukunft. Insbesondere im Medizinbereich ist es schon wichtig, ob
sie das jetzt in Krankenhäuser einsetzen werden. Zum Beispiel irgendwelche Medizin neu erforschen
oder sowas halt oder ob [die] jetzt noch in Forschungszeiten sind. Das ist schon wichtig zu zeigen, dass
sie jetzt diese Erfolge in Zukunft einsetzen oder nicht. (I1.1; Zeile 265-270)

Cc: Also du [meinst] ja den Kontext, warum man das eigentlich macht und was das jetzt bringt sozusagen? Ich gucke nochmal kurz in meine Notizen. (I1.1; Zeile 271-272)

265 **B:** Ich muss auch sagen, ich finde es interessant, generell einen realistischen Einblick {in Forschung} zu bekommen. Das man jetzt nichts irgendwie [he]rausnimmt, sondern das es ungefiltert so ein bisschen mal dargelegt wird, aber auch eben, wie es eigentlich schon gesagt wurde, dass man aus den Fehlern anderer vielleicht auch lernen kann. Also generell wenn man in die Richtung gehen möchte, ist es ja immer sinnvoll Leute zu haben, die einem sagen können: „Ok, das ist scheiße gelaufen. Ich würde es anders machen im Nachhinein.“ Dass man die Fehler nicht erst selbst machen muss. Genau, einfach
270 um das mal zu sehen und vielleicht auch um dieses, auch beim mentalen {zum wissenschaftlichen Arbeiten} ist es okay: „Ich mach weiter. Ich zieh mich da jetzt durch und ich kläre das jetzt über mein Ziel“ und auch das mitzubekommen durch das, was anderen schon passiert ist und das dann am Ende doch zu erreichen, weil das ist dann ja oft doch eine härtere Reise als man anfangs denkt. (I1.1; Zeile 273-282)

275 **Cc:** Ja, genau. Bzw. man berichtet dann in so einem Paper oder Artikel den Erfolg, den man hatte, aber die 99 Misserfolge, die man vorher hatte, die berichtet man nicht und da ist natürlich die Frage, ob ihr auch sowas mal sehen möchtet. Wie viel Arbeit dahinter steckt und wie oft man auf dem Weg dahin vielleicht auch hinfällt, um dann zu dem Ergebnis zu kommen. (I1.1; Zeile 284-287)

B: Ja, voll und auch der Grund warum man am Ende doch weitergemacht hat. (I1.1; Zeile 288)

280 **Cc:** Ja, das ist doch super. Vielen Dank für den Input. Jetzt gucke ich mal auf die anderen. Die sind schon wieder zurück, wenn ich das richtig sehe. Ich hab noch eine letzte Frage und zwar: Habt ihr sowas denn auch schon mal, wenn man das bezieht auf den Unterricht, wir haben jetzt häufig von Externen, von Wissenschaftlern und so geredet, habt ihr selber im Unterricht auch manchmal das Gefühl – C. hat erzählt von Jugend forscht – aber auch so Situationen, mal Experimente hattet, was hat euch da so
285 interessiert, wenn ihr mal so an naturwissenschaftliche Methoden denkt? Was fandet ihr denn da ganz gut und auch interessant, motivierend? (I1.1; Zeile 289-295)

C: Also ich fand das ganze Konzept von Anfang sehr spannend. „Jugend forscht“ war auch außerhalb des Unterrichtes und auch eigenorganisiert unter der Aufsicht einer Lehrkraft. Ich muss sagen, ich fand auch unsere Forschung auf unserer Profifahrt interessant. Generell denke ich, dass das was möglich
290 ist an Methoden darzustellen, ist immer interessant. Ich denke, langweilig wird es erst, wenn man so lange wiederholt bis es nicht mehr geht. (I1.1; Zeile 296-300)

Cc: Ja, genau. Was sagen die anderen dazu? Was habt ihr im Unterricht für Erfahrungen gemacht? (I1.1; Zeile 301)

295 **A:** Ja, ich kann da nur zustimmen. Ich fand die Forschungsreise nach Sylt auch ziemlich interessant. Vor allem hatten wir da Mikroskope, die nicht nur 2D widergespiegelt haben, sondern auch 3D waren und das fand ich ziemlich interessant, weil es eine ganz andere Art war, sich die Sachen genauer anzuschauen. Wir hatten uns ja auch auf verschiedene Tiere oder verschiedene Gattungen beschränkt und da nachher auch von anderen zu erfahren, wie die das so empfunden haben und was die so herausgefunden haben, fand ich auch sehr interessant. (I1.1; Zeile 303-308)

300 **B:** Ich fand auch cool, dass jeder sowas anderes gemacht hatte. Das man dann, klar, auch zusammen forschen musste, um etwas herauszufinden, aber das am Ende auch dieses individuelle, dass man da einfach nochmal schauen kann: „Okay. Wie schaut es bei denen aus?“ Wie läuft es, um nochmal zurückzukommen, wenn es mal nicht klappt. Aber generell einfach, also ich finde so Versuche oder so wissenschaftliche Aspekte richtig cool. Im Schulkontext ist es zwar immer etwas schwer, sowas zu machen, zumindest so größere Projekte, aber ich finde die eigentlich besonders wichtig, um einfach mal
305

einen Blick da hinein zu bekommen. Oder so wie wir es jetzt gemacht haben, nach Sylt zu fahren: Einfach mal dahin zu fahren, um da zu sein wo die Leute wirklich forschen und dann sozusagen deren Räume mit zu nutzen und mit denen zu forschen. Das die einen betreuen und gucken, um wirklich dann die Nähe dazu herzustellen und die Menschen dort zu treffen. Das ist nochmal was anderes als hier zu sein und ab und zu mal Sachen zu mikroskopieren, weil das dann doch relativ fern ab von dem ist, was man (unverständlich). Klar es hängt vom Bereich ab, aber es ist dann ja nicht, also zumindest finde ich es schwer vom Schulkontext herauszufinden, wie der Job eigentlich ist? Wenn man jetzt so ein bisschen mal in die Richtung geht. Paar von uns sind auch ein bisschen dahin und wollen vielleicht auch beruflich in die Richtung [gehen] und da ist es dann auch einfach wichtig und gut auch solche Menschen kennenzulernen. (I1.1; Zeile 309-324)

Cc: Ja, woher sollt ihr denn auch wissen, dass euch das Spaß macht, wenn ihr es noch nie vorher gemacht habt. Also kann ich gut nachvollziehen, den Gedanken. (I1.1; Zeile 325-326)

B: Ja. Und generell finde ich so Reisen einfach cool, auch wenn das oft im Unterricht, manche sagen ja: „Man hat nicht so viel Zeit“ und so, aber ich finde, dass ist am Ende so, dass wo man am meisten mitnimmt. (I1.1; Zeile 327-329)

Cc: Wart ihr schon mal in der Kieler Forschungswerkstatt? Kennt ihr das auch? Da gibt es in Kiel auch Labore. Also das ist auf jeden Fall auch sowas. Da habe ich ganz lange gearbeitet. Das kann ich auf jeden Fall auch jedem empfehlen. Vielleicht muss ich das eurer Lehrerin auch nochmal vorschlagen. Ich gucke nochmal wie weit die andere Gruppe ist. Danke für euren Input. Witzig ist auf jeden Fall immer wenn eure Gruppe ganz anders geantwortet hat als zum Beispiel die Lehrer, die für euch gesprochen haben, die vielleicht auch mal ganz anders gesprochen haben als wie es eigentlich ist. Das zeigt mir doch auch immer wieder wie wichtig es eigentlich ist, die Schüler direkt mal zu fragen und nicht über die Köpfe hinweg. (I1.1; Zeile 330-337)

B: Darf ich fragen: Was waren da für Unterschiede? (I1.1; Zeile 338)

Cc: Ja, zum Beispiel haben die Lehrer gesagt zu diesem 3. Statement, dass mit dem „Du denkst wir wissen viel? Wir wissen nichts! Es gibt noch so viele Probleme/Fragen, die gelöst werden müssen.“, dass die gesagt haben, dass man sowas eher weniger im Unterricht machen sollte, weil das vielleicht zu überfordernd ist, weil es halt ein großes Risiko ist so Forschungsfragen oder aktuelles zu zeigen, weil das ja dieses Mitdenken erfordert, wo Lehrer gesagt haben, eher weniger würden sie es im Unterricht nutzen und ihr habt gesagt, dass ihr es ganz spannend findet würdet, den Bezug immer wieder herzustellen zu solchen Sachen, was man vielleicht noch nicht weiß. Also genau, das war ein Punkt. (I1.1; Zeile 339-345)

C: Ich würde sonst auch noch eine Sache ergänzen. Wir haben ja auch einiges an Ersatzleistungen zu bestimmten Themen geschrieben und das ähnelt natürlich nur in einem gewissen Maße der Forschungsarbeit, allerdings fand ich das auch immer ganz interessant. Also klar, es war mit viel Stress verbunden, aber ich finde das geht auch schon so ein bisschen in die Richtung. Es ist eine sehr kurze Abhandlung, was hatten wir – so 15/20 Seiten, irgendwie so. Aber man hat eine Leitfrage und man muss selbst zusammen suchen, vertrauenswürdige Quellen finden und sich selbst nochmal Gedanken machen. (I1.1; Zeile 347-353)

Cc: Ja, genau. Das geht schon in die richtige Richtung und das finde ich total toll, dass das in der Schule schon so gehandhabt wird. Ja, danke nochmal. Also ich gucke nochmal was die andere Gruppe macht und dann habe ich noch einen letzten Part wo ich die gesamte Gruppe befrage. (I1.1; Zeile 354-356)

Abschlussphase

350 **Cc:** So, die kommen gleich zurück. [kurze Pause und Erläuterungen zu dem Vorgehen mit dem Transkript] Ich möchte gerne noch eure Meinung zu dem folgenden hören. Und zwar haben wir hier verschiedene Situationen. Ich habe die euch auch gerade schon gegeben, also die Impulse daraus. Und ich habe daraus eine Designrichtlinie gemacht. Und da steht: „Das wissenschaftliche Arbeiten eines Wissenschaftlers, einer Wissenschaftlerin könnte als eine Art „Reise“ mit Höhen und Tiefen erzählt werden. Was sind tolle Erlebnisse, Hürde, Überraschungen oder wie geht man mit Misserfolge um.“
355 Das kennt ihr ja schon, so in der Richtung war die Aussage. Dazu kam die Ergänzung von Lehrkräften, nicht nur von Misserfolge konzentrieren, sondern vielmehr wie es vom Misserfolg zum Erfolg kam. Und jetzt ist natürlich meine Frage wie man das umsetzen kann: würdet ihr lieber anhand eines Wissenschaftlers seine Forschung euch genauer angucken oder würdet ihr am Darwintag lieber ganz viele
360 Einblicke haben von ganz vielen unterschiedlichen Wissenschaftlern und sehen wie er das vielleicht macht oder wie er unterschiedliche Fragen hatte, wie er unterschiedliche Untersuchungen gemacht hat. Da wollte ich euch einfach direkt fragen, was findet ihr besser: das erste oder das zweite bei den Ideen zur Umsetzung?

E: Ich fände es toll, wenn es mehrere Perspektiven geben würde. Also das ich mir mehrere Forscher angucken könnte, auch zu sehen wie andere Leute mit andere Problemen umgehen, um das zu lösen und das sorgt ja auch dafür, dass neue Ansätze entstehen und das Gedankengut und das Wissen dadurch vervielfacht wird. Von daher finde ich es wichtig auch andere Forscher oder eine größer Anzahl von Forschern einzubeziehen.
365

B: Die Frage ist, kann man das nicht auch theoretisch so ein bisschen, also ich finde es auch gut wie E. es meinte, dass man mehrere Leute hat, aber kann man das nicht auch theoretisch so machen, dass Leute, ein bisschen wie bei einer Talkshow, dass Leute einfach zusammen sind und zusammen über ihre Erfolge reden oder Misserfolge oder generell ihre Wege, weil dann beziehen sie sich auch immer ein bisschen auf das was die anderen gesagt haben und das finde ich eigentlich auch immer ganz interessant. Dann kommt man eigentlich auch immer ganz gut nochmal auf Punkte, wenn man sich nochmal zusammenergänzt.
370
375

Cc: Ja, also so eine Art Talkshow und das man dort gewisse übergeordnete Fragen hat, wo jeder dann erzählt von seiner Erfahrung. Ja, das ist doch ein guter Impuls.

C: Also ich persönlich könnte mich mit einer Talkshow nicht wirklich anfreunden. Ich finde, dass das oft dazu führt, dass dann solche übergeordneten Fragen gestellt werden, die relativ allgemein sind und dann nach einiger Zeit tatsächlich auch, das bei mir das Interesse verloren geht. Gerade wenn relativ ähnlich auf die Fragen geantwortet wird. Ich fände es auch interessant, Einblicke von mehreren Wissenschaftlern zu bekommen. Allerdings fände ich auch mehrere Projekte interessant, denn ich denke, dass wenn man das Feld so ein bisschen weiter streut, das für jeden da ein Thema drin ist, das eher sie interessant findet. Und ich muss sagen, ich fände, wie es in Punkt zwei vorgeschlagen wurde, so etwas wie Interviews, Videos, das fände ich sehr interessant. Vielleicht könnte man es auch so machen, das man bestimmte Ausschnitte filmt und im Endeffekt im Sinne eines Interviews oder das der Wissenschaftler das nochmal nachvertont oder kommentiert. Das sind immer die Einblicke, die ich sehr interessant finde, weil sie meiner Meinung nach ein bisschen näher am Alltag dran sind.
380
385

F: Ich fand die Idee von B. ganz gut mit der Talkshow. Auch weil ich denke, dass das mehr Improtheater sein würde. Ich fände es nicht gut, wäre das alles schon vorbereitet und die Wissenschaftler würden vorher schon wissen, was für Fragen sie bekommen. Sondern dass das eher was Spontanes ist und das die Wissenschaftler in den Fragen vielleicht auch aufgehen und sich gegenseitig ergänzen. Also ich finde es auch wichtig, wenn es nicht nur Forscher aus einer Richtung sind sondern aus unterschiedlichen Richtungen oder unterschiedlichen Fachbereichen und sich in ihren Ideen und Antworten ein bisschen ergänzen könnten.
390
395

C: Vielleicht wäre es sonst auch möglich, die beiden Ideen zu kombinieren. Das man zuerst einen vorbereiteten Überblick über die aktuelle Forschung des einen Wissenschaftlers gibt und es im Endeffekt danach noch die Möglichkeit gibt, Fragen zu stellen.

400 **B:** Um ehrlich zu sein. So eine Talkshow steht und fällt mit dem Moderator oder wie das sozusagen so gehandhabt wird. Dementsprechend kann sowas gut sein oder es kann in die Hose gehen. Dementsprechend braucht das wahrscheinlich mehr Vorbereitung als andere Sachen. Aber wie gesagt. Ich finde es gut.

405 **Cc:** Ok, gut. Ja. Super, danke. Das nehme ich auf jeden Fall mit. Vielleicht können wir da nochmal überlegen für den Darwintag im Organisationsteam. Das Zweite ist mit diesem Interdisziplinären. Wir haben gar nicht mehr so viel Zeit, deswegen versuche ich mich zu beeilen. Die Richtlinie: „Beim Vermitteln wissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sollten vor allem Einblicke in das interdisziplinäre Arbeiten gegeben werden zum Beispiel mit Aspekten aus der Chemie, Informatik oder Physik.“ Dafür natürlich die Frage: Sollte man eher aus der Bioinformatik die Symbiose von Organismen vergleichen z.B. Schwamm vs. Maus vs. Weizen oder sowas. Oder findet ihr es besser wenn man sich die Kommunikation von Bakterien anschaut auf biologischer, chemischer oder physikalischer Ebene. Also wie
410 würde ihr gerne so eine interdisziplinäre Arbeit gestaltet sehen? Mal Einblicke haben?

E: Ich fand das mit der Kommunikation ganz interessant, was sie gerade erwähnt haben. Wir haben vorhin auch in der Kommunikationsrunde darüber gesprochen, dass Bakterien ja gar kein Bewusstsein haben und deswegen fände ich das, glaube ich, mal ganz interessant zu erfahren, wie das denn alles
415 so abläuft.

C: Ich finde auch. Meiner Meinung nach behandelt man Symbiose von Organismen auch noch eher im Unterricht als jetzt die Kommunikation von Bakterien. Daher würde ich persönlich die Kommunikation spannender finden. Allerdings ist sie wahrscheinlich im Unterricht, vermutlich, schwerer zu vermitteln. Aber für sowas wie den Darwintag fände ich das ein echt tolles Thema, das man vielleicht auch gut
420 ergänzen könnte, was vielleicht nicht im Unterricht geleistet werden kann.

G: Ich würde es auch interessant finden, wie so verschiedene Wissenschaftler, die so in ihrem Bereich Spezialisten sind. Wie die so miteinander kommunizieren, da sie ja bestimmt nicht die Einblicke haben in die anderen wissenschaftlichen Arbeiten. Ob es auch Mittelsmänner geben muss, die das vermitteln können.

425 **Cc:** Stimmt. Da überlege ich auch nochmal. Da habt ihr gar keine Einblicke über so Seminare. Oder es gibt zum Beispiel auch so digitale Tools, wo man sich die Forschung gegenseitig erklären kann. Das ist für Wissenschaftler auch manchmal. Das versuche ich auch mit aufzunehmen. Danke. Es ist schon 13 Uhr. Ich hoffe, ihr habt noch so ein/zwei Minuten. Sollten, wenn wir das Beispiel Bakterien haben, sollte es vor allen über den Menschen gehen oder kann es auch mal mit andere Organismen sein?

430 **E:** Ich finde es über den Menschen ganz interessant, weil man es am eigenen Leib mitbekommt. Aber vielleicht auch so Sachen, die man gut greifen kann. Also auch aus der Tier- und Pflanzenwelt, also irgendwas was im Alltag vorhanden ist und nicht so fern liegt, weil sonst ist es glaub ich schwer, da Einblicke zu bekommen und das auch nachvollziehen zu können.

G: Vielleicht auch sowas wie Gärung oder wir hatten vorhin auch das Beispiel mit Käse. Wir wissen jetzt nicht genau was da für Bakterien mit reinspielt, aber ich denke auch, dass es da so einen Anteil gibt.
435

Cc: Lebensmittelherstellung zum Beispiel. Bei Bier.

(Ende des Interviews)

Interview mit Schüler*innen (SuS2) Transkription

1. Arbeitsphase zu Bakterien-Wirt Beziehungen

I: Interviewer*in

S: Schüler*innen (aufgrund von massiven technischen Problemen konnte nur ein Mikrofon angeschaltet werden, sodass die Meinungen der Schüler zu einer/m Sprecher*in zusammen getragen wurden, der oder die dieses per Mikrofon an die Interviewer weitergegeben haben.

S: Soll ich das dann nochmal wiederholen? (00:08-00:09) (I3; Zeile 7)

I: Ja, das wäre super. Also ich habe hier [zeitgleich] mitgeschrieben. (00:10-00:11) (I3; Zeile 8)

S: Also in der letzten Stunde hat uns Herr Neuhaus bereits gezeigt, um was es in die Richtung geht, die sie hier machen. Und da hatten wir ziemlich viel Interesse an dem „microscope me“, dieser Kunstausstellung gehabt und da (zeitgleich) (00:12-00:25) (I3; Zeile 9-11)

I: Ja (00:25) (I3; Zeile 12)

S: Und deswegen auch zur zweiten These, dass [zu den] gute[n] und schlechte[n] Bakterien. Dass es nicht nur gute und schlechte Bakterien gibt, sondern auch neutrale sozusagen, dass man das im Körper hat. Und das letzte haben wir jetzt als Klasse als vielleicht ein wenig unnötig angesehen, darüber wenn man nicht im Kunstprofil ist, dann ohnehin schon möglicherweise dieses schlechte Image [von Bakterien] vielleicht gar nicht hat. (00:25-00:49) (I3; Zeile 13-17)

I: Okay. (00:49) (I3; Zeile 18)

S: Was würdet ihr denn sagen zu den romantischen Beziehungen? Würdet ihr das auch so nennen? Zwischen uns und den Bakterien zum Beispiel oder wie seht ihr das? (01:0-01:15) (I3; Zeile 18)

I: Das da teilweise nur eine einseitige Beziehung ist. Dass das Bakterien oder der Mikroorganismus sozusagen auf dem Körper lebt, aber keine direkten Auswirkungen darauf hat, sozusagen. (01:16-01:26) (I3; Zeile 18)

I: Und wenn wir über das Thema Bakterien sprechen, findet ihr es immer besonders interessant, wenn es um den Menschen geht oder können es zum Beispiel auch andere Tiere oder Pflanzen sein? Habt ihr da schon mal was im Unterricht in dem Fall so gemacht? (01:37-01:50) (I3; Zeile 18)

S: Also wir haben eine Person jetzt zum Beispiel aus dem Kurs, die meinte dass sie es auch gerade interessant findet, wenn es nicht sozusagen mit dem Menschen zu tun hat. Aber ich habe auch zwei, drei Leute gehört, die auf jeden Fall sich für den Menschen interessieren, wie das erfolgt, auf dem Menschen drauf. Ist interessant. Aber wir hatten glaube ich schon das gehabt, dass diese eine japanische Alge, diese Algenart in Japan, das die sozusagen (wie heißt das nochmal), dass die einen anderen Organismus aufgenommen hat, um dann sozusagen die Chloroplasten zu haben. Das war... (02:05-02:39) (I3; Zeile 18)

I: Die Endosymbiontentheorie. Meinst du sowas in die Richtung. (02:40-02:41) (I3; Zeile 18)

S: Ja genau, das war das. Deswegen in die Richtung, dass sozusagen außerhalb des Menschen ist. Das hatten wir schon, ein bisschen uns angeguckt. (...) (02:41-02:45) Also dann hat eben gerade noch eine Schülerin gefragt aus dem Kurs, wie es damit aussieht inwiefern Bakterien Medikamente beeinflussen und wie der Wandel durch multiresistente Keime entsteht. (03:13-03:30) (I3; Zeile 18)

I: Soll ich dazu etwas sagen oder war das nur eine spannende Frage, die ihr gerne mal im Unterricht behandeln würdet (03:30-03:33) (I3; Zeile 18)

- 35 **S:** Die würde man gerne einmal im Unterricht haben. (03:34-03:37)
- I:** Gerne dann notieren oder wenn der oder diejenige Schüler*in kann das gerne nochmal mündlich sagen. Genau, dann können wir nochmal darüber diskutieren. Aber schonmal gut das überhaupt... (03:38-03:40)
- 40 **S:** Das ist etwas schwierig, dass die Person die das sagt, weil ich sozusagen woanders sitze, wo die Person sitzt und wenn ich das Mikro jetzt wieder ..., dann haben wir eine totale Rückkopplung und dann hört man die ganze Zeit nur pfeifen. (03:51-04:01)
- I:** Okay, alles klar. (04:03)
- S:** Ähm, ein Schüler aus unserem Kurs versucht mitzuschreiben. Und dann können wir ihnen das zukommen lassen über Herr Neuhaus oder so. (04:10-04:15)
- 45 **I:** Okay super, danke für euer Engagement. Ich sehe auch gerade schon, dass ihr alle fleissig notiert habt in den Kommentaren. Da möchte ich euch zu animieren, wenn ihr noch mehr darüber wisst oder irgendwelche Ideen habt, dann gerne weiterkommentieren. (...) (04:15-04:30) Das heisst, ob es um den Menschen geht oder nicht. Seht ihr das in der Klasse so geteilt. Die einen möchten gerne, dass es auch Beispiele mit dem Menschen [gibt], das es da besonders greifbar ist und bei dem ein oder andere ist
- 50 es gar nicht so notwendig. Oder könnte man das vielleicht auch koppeln, dass man vielleicht bei dem Menschen anfängt und dann auf andere Organismen geht. Würdet ihr das für euch auch gut sein? (04:30-04:58)
- S:** Die letzte Idee, dass man mit dem Menschen anfängt und dann weitergeht, sozusagen alles einmal thematisiert. Damit man sich nicht so festsetzt. Ich glaube, dass ist immer sehr anstrengend im Biounterricht, wenn man sich auf eine Sache festsetzt und möglicherweise jeder Schüler geht ja mit dem Thema sozusagen in andere Erwartungen und hat ja auch andere Vorstellungen von dem Thema. Ist ja auch völlig natürlich. Vielleicht denken wir das jetzt einmal durch. Und deswegen wäre es glaube ich immer am besten, wenn man im Unterricht ein möglichst breites Spektrum sozusagen beibringt. Dann hat man auch als Schüler besser zu lernen sozusagen. Wenn man als Schüler nicht unglaublich tief in
- 55 ein Thema eintauchen muss sondern vielleicht oberflächlich [unverständlich, denke es war: bleiben kann]. (05:02-05:43)
- I:** Okay, ja.
- S:** Es wäre vielleicht ein wenig schneller, wenn sie uns die Fragen fragen und wir können darauf dann sozusagen direkt antworten. (06:07-06:13)
- 65 **I:** Okay, ja. (...) Ich wusste gerade nicht, wie das weitere Vorgehen bei euch ist. Ich wollte noch einmal [darauf] eingehen auf das erste Zitat. Also mit dieser untrennbaren Verbindung und habt ihr dazu schon etwas gesagt. Seht ihr das auch so, also als romantische Beziehung oder wie ist das eher zu verstehen eurer Meinung nach zwischen Bakterien und Organismus? (06:12-06:43)
- S:** Das müssten Sie nochmal wiederholen, wir haben das ganz schlecht verstanden. (06:44-06:45)
- 70 **I:** Okay, gar kein Problem. Also ich wollte euch nochmal fragen zum ersten Zitat. Sehr ihr das auch so dass es als romantische Beziehung zwischen Bakterien und einem Wirt gelten kann oder einem Organismus oder ist es vielleicht..? Oder wie seht ihr das? Wie ist da so die Verbindung dazwischen? (06:46-07:02)
- S:** Es gibt zum Beispiel Symbiosen auf dem Körper oder in dem Körper und dann gibt es sozusagen keine romantische Beziehung, sondern ich würde eher das andere. Das sozusagen der eine den anderen als Wirt benutzt, ja. Zum Beispiel Pilze nutzen ja meistens den anderen als Wirt. (07:13-07:40)
- 75

I: Du meinst dann eher so eine Art Parasitismus oder Mutualismus? Vielleicht habt ihr das auch schon gehabt, dass es da auch die anderen Verbindungen gibt. (07:41-07:49)

S: Ja genau. (07:49)

80 I: Und sagt ihr denn zu diesem Stigmata „gute vs. schlechte Bakterien“ und die meisten sind weder gut noch schlecht, sondern neutral? (07:55-08:03)

85 S: Ja, das würde ich vielleicht sogar gar nicht so sagen, weil es ja in diesem Organismus ja nicht so ist, dass es ein Bakterium gibt, was einfach durch die Gegend fliegt und sozusagen nie irgendetwas macht. Dann würde es ja, wie wir jetzt dachten, vielleicht gar nicht überleben. Also auch wenn es möglicherweise jetzt neutral zum Körper und sich selbst steht. Steht es ja in der Konkurrenz zu einem anderen Bakterium jedes Mal. So gibt es ja für den Menschen an sich, gibt es vielleicht gute und schlechte, aber im allgemeinen Sinne gibt es vielleicht für jeden anderen Organismus gute und schlechte. (08:04-08:40)

90 I: (Zustimmung) Danke für die Einschätzung. (...) Und ich würde sonst [weitergehen]. Habt ihr noch allgemein Kommentare oder irgendwas zu Bakterien zu sagen. Inwieweit habt ich das denn mit diesem..., ich habe jetzt von der letzten Stunde gehört, inwieweit ist es denn Bestandteil bei euch im Unterricht? Was habt ihr dazu schon gemacht/durchgenommen? (08:40-08:59)

95 S: Wir hatten das in der zehnten Klasse einmal und letzte Stunde hat uns Herr Neuhaus dieses „microscope me“ vorgestellt und das hat uns halt interessiert und dann hat er uns einmal ein Bild davon gezeigt und da hatten wir großes Interesse daran. (09:03-09:15)

I: Und in der 10. Klasse, wenn ich da nochmal nachfragen darf. Was habt ihr da so gemacht? (09:15-09:19)

S: (Unverständlich) Also eine andere Schülerin meinte gerade, dass Käseherstellung hatten wir da und da sind ja auch Bakterien im Prozess tätig. (09:43-09:52)

100 I: Das heißt, da wären ja jetzt zum Beispiel auch nicht der Bezug zum Menschen, also in gewisser Weise weil es ja um Käse geht oder um Bier. Aber sowas würde euch auch interessieren, weil es wieder nah an eurem Alltag so dran ist als Beispiele mit Bakterien? (09:50-10:05)

S: Ja (10:10)

105 I: Okay, kurz und knapp. Ja, vielen Dank. Das hilft mir auf jeden Fall schon mal weiter. Ich würde jetzt gerne nochmal übergehen, wenn das für alle in Ordnung ist, in die nächste Arbeitsphase. (10:15-10:26)

2. Arbeitsphase zu naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (NOS)

110 I: Ich hoffe alle sind noch fit und können jetzt in die nächste Arbeitsphase übergehen. Und zwar ist das jetzt bei dem *Padlet* Board ist das die andere Seite, also die mit den Aussagen von Wissenschaftlern. Da fasse ich das einmal zusammen, aber am besten ist wenn ihr euch das nochmal genauer durchliest und zwar ist ein Thema, was ich auch beforsche, sind wie man naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen besser in Unterrichtsmaterial und im Unterricht zusammenbringen kann. Und da haben Wissenschaftler zum Beispiel gesagt, dass sie vor allem interdisziplinär arbeiten. Sie führen die fachlichen Perspektiven zusammen und arbeiten auch gerne in internationalen Teams und oft kommen sie
115 eben dabei mit kreativen Ideen auf wie sie die Probleme lösen wollen. Das ist der Weg, den die halt einschlagen. Wir haben dann eine andere Aussage, wo dann eben jemand sagt, also empfohlen wird den Schülern das wissenschaftliche Arbeiten eher als eine Art von Reise mit großartigen Erfahrungen zu geben, mit Hindernissen, dem Umgang und was am Ende dabei herauskommt. Da würde ich euch

120 gerne fragen: Würde euch sowas interessieren? Würdet ihr das gut finden mehr Einblicke dazu zu bekommen? Und das dritte ist: „Du denkst, wir wissen viel? Wir wissen nichts! Es gibt noch so viele Probleme/Fragen, die gelöst werden müssen.“ – Findet ihr solche Aussagen von einem Wissenschaftler, findet ihr das motivierend oder eher demotivierend sowas zu hören? (10:34-11:54)

S: Hey, nicht erschrecken. Hier sitzt jetzt eine andere Person. Aber ich bin auch im selben Profil. Wir haben nur gewechselt, damit auch mal andere Leute reden. (11:56-12:06)

125 **I:** Das ist doch gut. (12:08)

S: Und sollen wir das jetzt auf dem *Padlet* machen oder? (12:09-12:13)

I: Genau, ihr könnt es auf dem *Padlet* machen und gleichzeitig wäre es super, wenn ihr auch ein bisschen mit mir reden würdet damit ich da auch so ein bisschen höre wie ihr da so dazu steht. (12:07-12:23)

130 **S:** Okay, ich glaube eine Minute brauchen wir kurz, um einmal kurz darüber nachzudenken und dann..(12:24-12:30)

I: Ja, klar. (12:31)

(Schüler/innen müssen sich kurz untereinander austauschen.)

135 **S:** Also wir haben uns auch jetzt ein bisschen darüber unterhalten und ich glaube so das Hauptthema ist vor allem das die Dinge, die man noch nicht weiß oder worüber noch nicht viel geforscht wurde, sind eben ja gerade im Wachsen und da geht ja eben auch das Interesse in die Richtung. Gerade weil man vielleicht auch selbst jetzt noch. Wenn man überlegt, was man machen sollte. In welchen Berufszweig oder ob man eben auch ins Forschen gehen sollte. Dann geht das Interesse häufig eher in die Richtung unbekannter Gebiete, indem vermeintlich wohl eher noch mehr zu finden ist. Wobei das natürlich, wobei in jedem wissenschaftlichen Bereich natürlich auch noch viele Dinge noch unbekannt sind. Aber gerade in neu entstehende Wissenschaften wurde jetzt hier besprochen, dass da viel Interesse besteht. (13:58-14:50)

I: Das heißt euch motiviert eher solche Aussagen oder ihr würdet auch gern mal mehr darüber hören, welche Forschungsfragen einfach noch nicht geklärt sind zum Beispiel? (14:52-15:02)

145 **S:** Ja, auf jeden Fall. Also ja. So viel können wir ja gar nicht mehr dazu sagen. (15:10-15:20)

I: Okay, und dann würde ich gerne noch einmal Rückfragen bei der zweiten Aussage. Dass das mehr wie so eine Art Reise eines Wissenschaftlers und was er so erlebt. Also das man nicht nur die Ergebnisse zum Beispiel zeigt, sondern auch den Weg wie er da vorher hingekommen ist oder was jetzt damit passiert. Würde euch sowas auch interessieren und wie könnt ihr euch vorstellen, wie das im Unterricht behandelt wird? (15:24-15:47)

S: Also ich glaube das ist auch eine Notwendigkeit, die damit einhergeht. Deswegen ist es auch nicht unbedingt das Interesse. Für mich persönlich stört es zum Beispiel häufig, dass man den Hintergrund gar nicht so versteht und das es vielleicht dann eben ganz zielführend um eben gegen Verwirrung oder eben nicht das Ergebnis am Ende zu sehen, sondern eben auch den Prozess. (15:49-16:13)

155 **I:** Aber ist es schon mal häufiger so gewesen, dass ihr euch auch den Prozess angeschaut habt oder ist es eher weniger, dass es in der Schule so gemacht wird? (16:14-16:20)

S: Könnten Sie das vielleicht noch einmal wiederholen? (16:27-16:33)

I: Ja, also ich wollte fragen, ob ihr sowas auch schon häufiger mal behandelt habt? Diesen Weg also wie es dahin gekommen ist, vielleicht von der Frage bis hin zum Ergebnis und so weiter? Also habt ihr euch damit schon mal im Unterricht beschäftigt? (16:34-16:48)

- S:** Das ist ganz themenabhängig. Also ich glaube das kommt eben auch auf die Lehrer drauf an. Also auch wenn die Lehrer einem einen bestimmten Plan geben, dann weicht der tatsächliche Unterricht dennoch ja auch immer ein wenig teilweise davon ab. Das ist je nach Thema und was (Unverständlich). (16:54-17:14)
- 165 **I:** Also je nach Thema also zum Beispiel auch im Biologieunterricht oder habt ihr sowas auch schon mal in Chemie oder Physik euch angeschaut? (17:15-17:22)
- S:** Also auf jeden Fall seltener, aber kam auch auf jeden Fall vor. Aber viel seltener als im Biologieunterricht. (17:28-17:35)
- 170 **I:** Okay und wie seht ihr das so mit dem interdisziplinären Arbeiten oder fächerübergreifenden Arbeiten? Findet ihr das ganz gut, wenn halt zusätzlich zu biologischen Themen vielleicht auch mal chemische und physikalische Dinge dazu genommen werden (17:35-17:48)
- S:** Ja, auf jeden Fall. Ich glaube, dass ist auch das ähnliche wie eben. Das dass eben alles übereinander hergeht, eben übereinander schneidet, aber dass das teilweise auch stört, wenn eben bestimmte Informationen fehlen. (17:50-18:03)
- 175 **I:** Also auch bei Forschung würde es euch mal interessieren wie ein Biologe zum Beispiel mit einem Physiker oder Bioinformatiker zusammenarbeitet und wie die so kommunizieren zum Beispiel? (18:05-18:20)
- S:** Ja, definitiv. (18:26).
- I:** Habt ihr sowas denn auch schon mal im Unterricht gemacht? (18:26-18:30)
- 180 **S:** Ne, eigentlich nicht. Also wir können uns nicht daran erinnern. (18:43-18:47)
- I:** Okay und hattet ihr denn schon mal die Chance beim wissenschaftlichen Arbeiten. Also selber mal eine Forschungsreise oder in einem Labor oder irgendwo da mitzuarbeiten? Also wirklich zu gucken, wie so ein Wissenschaftler auch arbeitet? Habt ihr Erfahrungen damit schon gemacht? (18:48-19:09)
- S:** Also das war auf jeden Fall im Plan aber dann kam eben Corona und das war so ein kleines Hindernis. Aber ich glaube gerade in Richtung Oberstufe, also als wir damals in die Oberstufe gekommen sind, kamen solche Themen eben immer mehr auf. Aber dann ist eben Corona gekommen. (19:11-19:28)
- 185 **I:** Okay, das ist natürlich gerade schade. (19:28-19:32)
- S:** Wobei also jetzt aktuell plant Herr ... tatsächlich auch was oder er versucht es auf jeden Fall. Er bietet auch immer wieder an eben mit uns Informationen oder auch Kontakte so zu geben, wenn wir in bestimmten Themen eben noch mehr Interesse haben. (19:33-19:47)
- 190 **I:** Also er ist ganz gut vernetzt an oder zur Wissenschaft (19:48-19:52)
- S:** Ja, auf jeden Fall. (19:54)
- I:** Das ist doch schon mal gut zu wissen. Ich wollte euch nochmal fragen, bei der zweiten Aussage mit so einer Reise oder wie so eine „Science journey“ sage ich jetzt mal so auf Englisch. Würdet ihr auch sagen, dass es auch wichtig ist über die Misserfolge und über das zu berichten? Also würde euch das auch interessieren? Oder dann auch wie man vom Misserfolg quasi mit einer neuen Fragestellung zum Erfolg gekommen ist? (19:54-20:25)
- 195 **S:** Also wir glauben, dass es auf jeden Fall gut ist, dass auch den Schülern mitzuteilen. Aber das daraus nicht der Hauptunterricht bestehen sollte. (20:37-20:45)

- 200 **I:** Also mal exemplarisch meinst du so zu sehen, aber jetzt nicht das es zu viel Raum einnimmt. (20:44-20:52)
- S:** Gerade weil man eben damit beschäftigt ist manche Themen zu lernen und Zeit in Anspruch nimmt. Wobei, also wie gesagt, kurz auf jeden Fall mitteilen dass es sowas gibt und dass nicht alles in der Wissenschaft immer auf Anhieb so funktioniert aber eben nicht zu sehr darauf konzentrieren. (20:56-21:15)
- 205 **I:** Und wenn ich jetzt so über das wissenschaftliche Arbeiten denke oder nachdenke, würde euch mal so interessieren wie die Zusammenarbeit läuft, wie man arbeitet aber auch wie Forschung finanziert ist? Welche Rolle spielt Politik in Forschung? Würden euch solche Aspekte, die so ein bisschen übergreifend sind? Würde euch sowas auch mal interessieren da Einblicke zu kriegen? (21:31-21:55)
- 210 **S:** Also wir sind der Meinung, dass das vielleicht für den Biunterricht vielleicht ein bisschen in die Fehlrichtung geht. Also es ist zwar selbstverständlich alles Notwendiges wissen, was auch gerade wir gut für die Zukunft benötigen. Aber das kann man auch gut in anderen Fächern einbinden. Zum Beispiel was mir jetzt als nächstes einfallen würde, wäre WiPo. Also Wirtschaft oder Politik. Na gut, auch nicht das Hauptthema, aber. Also es passt eben deutlich mehr rein als im eigentlichen Inhalt, worum es im
- 215 **Biologieunterricht geht.** (22:07-22:38)
- I:** Also du meinst es sollte da mehr so um Fachkonzepte und Fachinhalte gehen und weniger um solche Rahmenbedingungen quasi von Forschung zum Beispiel? (22:40-22:48)
- S:** Hmm..(22:49)
- I:** Oder wie verstehe ich das jetzt so? (22:50-22:52)
- 220 **S:** Also ich glaube man muss sich eben immer darauf konzentrieren, das ist noch immer Hauptpunkt in Bio. Gerade weil wir ja viele Themen hintereinander abrattern und man dann solche Handlungen zwischen Menschen, die dann dafür auch notwendig sind, wie das alles auch so funktioniert, kann man in anderen Fächern deutlich besser besprechen. Auch gerade werde weil das ja nicht nur im wissenschaftlichen Bereich so ist, sondern auch in vielen anderen Bereichen des Lebens eine Notwendigkeit ist.
- 225 (22:53-23:28)
- I:** Ja, das ist doch ein ganz interessanter Gedanke. (...) Habt ihr allgemein noch was zu dem wissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen? Methoden? Was euch da Spaß bringt? Oder was eigentlich mehr im Biologieunterricht sein sollte oder was ihr vielleicht nicht so interessant findet? (23:34-24:10) (...) Also ihr könnt auch gerne den Chat nutzen oder bei *Padlet* weiterschreiben (24:23-24:27)
- 230 **S:** Also wir sammeln gerade Informationen, also.. (24:28)
- I:** Achso. (24:29)
- S:** Also, wir haben gerade ein bisschen besprochen und da waren sich eigentlich alle ziemlich einig, also wie unser Lehrer das auch macht. Da sind wir auch der Meinung, dass das ganz gut ist. Wir machen so eine Mischung aus vielen unterschiedlichen Bereichen. Einmal bringt man eben Experimente und Theorieunterricht mit hinein, aber wir haben gar nicht so wirkliche Themen. Ich glaube die Themen sind so ganz gut, wie sie gewählt sind, weil das eben auch die Hauptthemen sind, die man so kennt. Die es so gibt, wenn man die allgemeine Biologie denkt, die einem zuerst aufkommen. Aber das man vielleicht eben mehr den Schüler selbst lernen lässt und weniger Informationsinput gibt. So das man eben auch selbst auf Lösungen kommt und das Ganze verfestigt sich dann auch nochmal deutlich besser. Also
- 240 wenn man sich Dinge auswendig merkt, die bis zur Klausur lernt und dann im Prinzip wieder vergessen hat. (25:03-25:55)

- I:** Das heißt mehr so auch Experimente und praktische Aufgaben geben und mehr auch so vielleicht so Fragen entwickeln und darauf Antworten suchen. Meinst du in so eine Richtung soll das eher gehen? (25:56-26:06)
- 245 **S:** Ja genau, also das man eben bestimmte Problemfragen bekommt und diese dann selbst recherchieren muss. Entweder Biobuch oder aber auch übers Internet. (26:06-26:18)
- I:** Ja danke für euren ganzen Input. Nehme ich auf jeden Fall sehr viel mit. Habt ihr sonst noch irgendwas? Irgendwelche Ergänzungen zu diesen Aussagen? (26:21-26:34) (...) Okay, dann gehe ich einfach mal weiter. Seid ihr noch fit? (26:48-26:50)
- 250 **S:** Also es kam noch was. Es kam noch was. Also ich höre mir das noch kurz an, deswegen.. (26:50-26:52)
- S:** Also ich versuche das jetzt mal zu erklären und zwar.. (27:25-27:29)
- I:** Ja gerne (27:29)
- 255 **S:** Und zwar man hat bestimmte Themenbereiche in dem Fach und es werden ja bestimmte Anforderungen angegeben und bestimmte Stundenanzahl, die dafür vorgesehen sind. Und das man dann diese mal, heutzutage mal überdenkt und mal guckt, wo man mal mehr Zeit investieren müsste und hineinstecken müsste und mit welchem Thema man sich mehr beschäftigen sollte und da nochmal guckt halt, weil irgendwie heutzutage gibt es ja, es kommt vielmehr in die Wissenschaft rein. Worüber man dann gar nicht reden kann. Was Herr Neuhaus dann hat, dass er dann bestimmte Themen gar nicht weiter mit uns thematisieren kann obwohl er das gerne würde. Weil zu wenig Stunden da fehlen und er halt anderen Stoff uns da beibringen müsste, der teilweise gar nicht mehr so aktuell ist oder nicht so wichtig für uns. (27:30-28:13)
- 260 **I:** Ja, das stimmt. Auch gerade, das weiß euer Lehrer bestimmt auch sehr gut, gerade im Fach Biologie wo am meisten oder sag ich mal, wo am schnellsten die Biobücher eigentlich auch veraltet sind. Also wo ganz viele neue Informationen kommen und ich eigentlich nur noch mit Artikeln arbeite von den letzten Jahren, weil einfach immer am Ball bleiben muss sozusagen und das ist natürlich etwas, was in der Schule manchmal schwierig ist, da immer aktuell zu bleiben. (28:14-28:48)
- 265 **S:** Ja, das können wir auch bestätigen. Unsere Biobücher, ich weiß das gerade nicht. Ich glaube die sind zurzeit von 2015. Wobei da schon wieder ein paar Informationen anders drin stehen. Und ich weiß nicht, wir haben so einzelne Exemplare an ganz großen Lexika im Bereich Biologie. Die da eben in Vitrinen stehen und wenn wir da noch spezifischere Fragen haben, auf diese Bücher zurückgreifen können. (28:50-29:18)
- 270 **I:** Ja. (29:18)
- S:** Kann sich die Schule eben nicht für jeden einzelnen Schüler organisieren, auf weil die irgendwie um die 2000 Seiten oder so haben. Aber auf jeden Fall gibt es aktuelleres Material, aber definitiv nicht für alle Schüler auf einmal zugänglich. (29:19-29:30)
- 275 **I:** Ja, okay. Das ist doch gut zu wissen. Und danke nochmal für, wer hat da eben gesprochen? (29:30-29:34)
- S:** Das war eben Also die Aussage von eben (29:39-29:44)
- 280 **I:** Gut zu wissen. Genau. Ich würde sagen, seid ihr noch für die letzte Aufgabe oder braucht ihr noch kurz eine Pause? (29:28-30:12)
- S:** Wir sind fit, wir können weitermachen (30:05-30:10)

I: Okay, super. Das freut mich sehr. Dann geht es einfach mal in die nächste Aufgabe. Und zwar ich habe euch ja schonmal etwas dazu geschrieben, äh dazu gesagt. Und jetzt habe ich das nochmal auf-
285 geschrieben und zwar haben Wissenschaftler und Lehrer gesagt, dass sie das wissenschaftliche Arbeiten eher wie diese Art von Reise mit Höhen und Tiefen erzählt werden sollte. Was sind tolle Erlebnisse, Hürden, Überraschungen oder wie geht man mit Misserfolgen um. Lehrer haben darauf gesagt: Vielleicht sollte man sich nicht unbedingt nur auf Misserfolge konzentrieren, sondern wie es vom Misserfolg zum Erfolg kam und da ist natürlich meine Frage: Würdet ihr das lieber sehen, da so Einblicke von
290 einem Wissenschaftler da, denn man so ein bisschen begleitet oder sind das eher Einblicke von vielen Wissenschaftlern zum Beispiel am Darwin-Tag. Wo man sich da gewisse Sachen von unterschiedlichen Wissenschaftlern hört. Habt ihr da Ideen, wie man das umsetzen kann und was euch da besser gefallen würde? (30:11-31:28)

S: Ihr würdet uns da nochmal eine Minute zum Besprechen nehmen. [kurze Pause] Wir sind eigentlich
295 ziemlich einig, dass es vielleicht die Vielfältigkeit gerade das ist, was uns am meisten Wissen überbringt. Im Bezug zum letzten Darwin-Tag war es gerade ganz interessant, dass viele verschiedene Wissenschaftler schon auf unterschiedliche Themen eingehen aber im Großen und Ganzen schon ein Ähnliches. Und das man da eben nicht unbedingt verschiedene Meinungen hört, aber auf jeden Fall auch unterschiedliche Blickwinkel auf verschiedene Themen und das hilft glaube ich Schülern ganz gut auch
300 sich mit einem Thema auseinanderzusetzen. Wenn man nicht auf ein oder auf eine bestimmte Person fixiert ist. (31:28-32:18)

I: Ja, vielleicht auch zu sehen, was einem liegt oder mehr interessiert als das Andere. Man hat da natürlich auch mehr Auswahl. Kann ich mir vorstellen. (32:19-32:26)

S: Ja, genau so würden wir das auch sehen. (32:30-32:32)

I: Okay, dann weiß ich da doch Bescheid. Vielen Dank. Habt ihr sonst noch irgendwas zu dem zu äußern
305 oder sollen wir übergehen in das nächste, in die nächste Folie. (...)

S: Das wärs. (...)

I: Das wärs, okay, alles klar. Dann habe ich ja schon gefragt mit diesem Interdisziplinären. Also ich bin
310 ja in so einem Sonderforschungsbereich zu Bakterien-Wirt-Beziehungen und kümmere mich da um die Kommunikation zwischen, ja das ihr haben Unterrichtsmaterialien bekommt, die aktuellere Forschungsbezüge haben. Bei dem Sonderforschungsbereich wird sehr viel interdisziplinär gearbeitet. Und da ist die Frage beim Vermitteln der wissenschaftlichen von den Arbeits- und Denkweisen sollte da vor allem Einblicke in das interdisziplinäre Arbeiten gegeben mit Aspekten zum Beispiel aus der Chemie, Informatik oder Physik. Das habe ich als These formuliert und da gibt es natürlich zwei oder
315 nur zwei, aber verschiedene Varianten. Ich habe hier zwei aufgezeichnet. Das eine wäre was, was bei uns gemacht wird. Das sich Symbiosen von Organismen angeschaut wird z.B. der Schwamm mit der Maus oder dem Weizen. Und dann geguckt wird, gibt es da die gleichen oder unterschiedliche Bakterien. Inwieweit kann man die miteinander vergleichen. Das ist das eine Beispiel. Würde euch sowas
320 mehr interessieren oder ist es eher so die Kommunikation von Bakterien sich einfach mal anzuschauen auf biologischer, chemischer oder physikalischer Ebene? Das wird nämlich auch gemacht. Was findet ihr von den beiden Sachen interessanter? (-34:07)

S: Da sind wir unterschiedlicher Meinung. Ich glaube.. (34:08-34:14)

I: Okay (34:14)

S: //...das ist gleich viel vertreten. Also beide Themen. (34:14-34:21)

I: Kannst du nochmal erläutern, was die einen sagen halt das und die anderen das. Was sind da so für
325 Argumente. Welche werden da so angeführt? (34:22-34:29)

S: Die einzelnen Themen kann man eben noch auf größere Dinge anwenden zwischen eben, was war das eben Schwamm und... (34:35-34:45)

330 **I:** Genau, Maus oder zum Beispiel Weizen. Das sind so Modellorganismen, mit denen da gearbeitet wird. (34:46-34:51)

S: Genau, das man diese verschiedenen Arten der Zusammenarbeit einmal in Großen betrachtet, aber auch im Kleinen. Aber ich glaube das sind eben persönliche Interesse einfach. (34:52-35:03)

335 **I:** Okay, also seid ihr euch einfach noch nicht so einig und es wäre eigentlich beides für den einen oder anderen gut. Okay, dann gehe ich nochmal weiter und zwar wäre dritte und danach habe ich euch auch schon ein wenig nachgefragt. Da kam halt heraus, als ich die Wissenschaftler und Lehrer befragt habe: In der Oberstufe sollte der Fokus nicht nur auf dem Menschen liegen, sondern vor allem weg vom Menschen und hin zu anderen Organismen. Was würdet ihr den sagen, ist es zum Beispiel mal interessant zu schauen, dass man einen Schwamm hat und schaut welche Bakterien sind in dem und welche Bakterien sind außerhalb des. Und wie kann der sich verteidigen, obwohl er ja eigentlich an einem Ort
340 lebt. Solche Sachen oder sollte es vielmehr den Menschenbezug haben. Danach habe ich euch schon gefragt, aber ich wollte es jetzt nochmal aufgreifen. (35:04-36:05)

S: Wir diskutieren gerade hastig. Also nicht wundern, dass noch nichts kommt. (36:08-36:10)

I: Okay (36:10)

345 **S:** Also es kamen auch wieder sehr unterschiedliche Ergebnisse. Einmal auf jeden Fall nur auf Menschen bezogen. Also der gesamte Unterricht nur auf Menschen bezogen. Andererseits eben genau das Gegenteil, dass eben viele der Meinung sind das eben gerade die Vielfalt das ganze eben ausmacht. Ich persönlich finde es eben auch ein bisschen ziemlich egoistisch oder selbstverliebt daran oder nur Bezug auf den Menschen zu nehmen und das ganze ebenso darzustellen, als ob wir die einzigen Bewohner des Planetens wären. Wobei wir ja alle in einer gewissen Art in einer Symbiose mit anderen
350 Lebewesen eben leben und das auch einfach eine ganz falsche Sicht auf die gesamte Biologie gibt, wenn man eben nur auf Menschen Bezug nimmt. Auch gerade für jüngere Schüler ist das wahrscheinlich irreführend, wenn dann später auf andere Themen eingeht, weil man da ja nur auf die Menschen eingegangen ist. (36:30-37:24)

355 **I:** Ja danke, das ist ja auch nochmal ganz interessant. Aber zeigt ja auch nochmal ein bisschen diese Zerrissenheit. Also die einen, die das total gut finden mit dem Menschenbezug und die anderen die halt auch sagen, ja mich würde es natürlich auch interessieren. Wir Menschen sind ja nicht die einzigen Lebewesen. Wie andere mit Bakterien zum Beispiel umgehen. (37:26-37:50)

S: Ja, da kamen auch eben hastige Diskussionen zu Stande. (37:55)

360 **I:** Okay, okay. Ja ganz interessiert. Okay, das ist die letzte Folie und zwar geht es nochmal um den Darwintag. Ich weiß, dass viele von euch ja schon mal da waren. Ich wollte da nochmal fragen. Also da habe ich auch wieder so eine Hypothese gebildet aus den Antworten. Dass die Vorträge am Darwin-Tag vor allem auf die Zielgruppe der Schüler*innen angepasst werden sollten und dann ist natürlich meine Frage, wie sollten diese Vorträge dann gestaltet sein oder dieser Tag. Damit er für euch besonders zugänglich und interessant [ist]. Ist es, dass man vor allem weniger Fachbegriffe benutzt oder viel
365 mit Schaubildern und Fotos, mit Videos arbeitet. Oder sollten viele Einblicke besonders in die Arbeitsweisen und Denkweisen gezeigt werden? Also was sind so eure Vorlieben bezüglich des Darwintages? Ihr habt ja schon gesagt, dass der eine oder andere das ganz interessant fand, aber viele auch nach einer gewissen Zeit abgeschaltet haben und wenn es weiter leider mit diesem digitalen Format ist oder vielleicht mit einer Hybridveranstaltung? Wie könnte man euch noch mehr involvieren? Wie könnte
370 man es für euch noch interessanter gestaltet sein? So, das sind jetzt genug fragen. (37:56-39:08)

S: Ja wir sammeln wieder Informationen, Empfehlungen. (39:11-39:15)

I: Okay. (39:15)

[Rücksprachen innerhalb der Moderatorinnen]

S: Okay, also wird sind der Meinung, dass eben einmal dem Alter angepasst werden soll. [Unverständlich] Je jünger das wird, desto einfacher muss man wahrscheinlich eben auch die einzelnen Themen eben halten. Gerade auch weil je höher die Klasse, desto mehr Input einfach in Sachen Biologie bekommt man ja. Und das [Verwenden von] Fachwörter auf jeden Fall, nur eben auch das ganze erklärt. Weil auch wenn wir jetzt Bioprofil sind, kann man eben sich nicht alles merken. Viele Lehrer benutzen ja auch nicht immer die gleichen Fachwörter. Auf jeden Fall immer mit einer Erklärung dahinter. Nur das man sich dann auf bestimmte Themen einigt und diese dann auch kürzer hält als andere. Äh diese Themen auch kürzer hält, sodass man eben einzelne Themen schnell und kompakt vielleicht erklärt, einfach weil man sich auf die einzelnen Details nicht alle merken kann. Gerade in der (Verantwortung) von dem Tag, den ganzen Tag über verschiedene Themen. (40:12-41:18)

I: Ja. Und ich frage nochmal so: Würdet ihr gerne auch selber Fragen stellen an die Wissenschaftler. Wie interaktiv soll das für euch sein? Also ist es für euch okay, die Vorträge sich alle anzuhören oder sollen das Fragen sein? Würde euch so eine Talkshow oder so eine Talkrunde mit den Wissenschaftlern nochmal interessieren? Ja, da frage ich mich wie interaktiv soll das für euch also der Darwintag? (41:18-41:44)

S: Ja das Problem ist eben, dass man. Das da so viele Leute und so viele Schüler an dem Tag eben teilnehmen, dass man eben selbstverständlich nicht alle Fragen behandeln kann, was wir aber letztes Jahr, wo wir uns dran erinnern können. Das wir parallel da Fragen zu oder in einer Website zu irgendwie Fragen stellen konnten und das war irgendwie ganz gut so und das irgendwie die am meisten Fragen, ich weiß jetzt nicht wie das nachher am Ende ausgewertet werden soll, das vielleicht die Leute im Hintergrund gucken, die irgendwie zusammenschreiben was die größten und die meisten Fragen waren und das man diese dann am Ende erhält. Und das jeder Schüler dann eben die Möglichkeit hat über die Website eine Frage zu stellen. Parallel vielleicht auch mal 2 Minuten Zeit, dass man nach einem Thema oder einem Themenabschnitt Zeit bekommt kurz eine Frage über diese Website zu schreiben. Das am Ende eben diese Fragen behandelt werden. Vielleicht auch nach jedem Thema. (42:00-42:55)

I: Also das findet ihr immer ganz gut zum Beispiel wie das letztes Jahr war mit diesen Fragen? (42:56-42:57)

S: Ja, auf jeden Fall. (42:58)

I: Und sollte es zum Beispiel auch, das war zum Beispiel auch mal eine Idee nach allen Vorträgen nochmal sowas sein wie so eine, dass alle Wissenschaftler zusammenkommen und nochmal so gegenseitig diskutieren zu so einem Überthema. Wäre sowas für euch auch interessant? Oder meint ihr das reicht schon mit den Vorträgen und mit den Fragen stellen? (43:00-43:18)

S: Ich glaube gerade am Ende so eines Tages noch die Aufmerksamkeit der Schüler zu bekommen, ist eben auch die Interaktion mit den Schülern wichtig. Was in so einer Situation eben nicht gegeben wäre. Deswegen wenn dann könnte man vielleicht irgendwie noch mit der Interaktion mit den Schülern so gestalten. Aber ansonsten geht da eher die Aufmerksamkeit weg. (43:20-43:46)

I: ja okay. Weil dafür seid ihr dann nicht zu involviert. Also es ist dann halt die Wissenschaftler, die dann eher dann die Hauptrolle spielen. Das kann ich verstehen. (43:47-43:52)

S: Und die die vielleicht.. Ich kann mir auch vorstellen dass einige Wissenschaftler dann eben auch dazu neigen natürlich aus eigenen Blickwinkeln das Ganze darüber zu sprechen und dann kann man als

415 Schüler/Schülerin eben dann gar nicht mehr folgen. Einfach weil dann in dem Moment eben auch
Fachbegriffe fallen, die man selbst nicht kennt und die natürlich in dem Moment dann auch nicht er-
klärt werden. Und das Ganze müsste dann auch so gehalten werden, dass man in den oder nur aus den
Themen oder wirklich auch nur in dem Thema bleibt über das man gesprochen hat und je man ins
Detail geht desto weniger kann man also Schüler oder als Schülerin mitkommen. Und deswegen wäre
420 das vielleicht nicht ganz so von Vorteil. Weil man am Ende des Tages dann auch noch aufpassen muss.
(43:44-44:41)

I: Okay, und wie seht ihr das dann so Videos zum Beispiel einzubinden? Wo man die mal so ein bisschen
sieht, wie sie arbeiten im Labor oder Fotos zu zeigen, Schaubilder? Findet ihr sowas auch interessant
immer wieder? (44:42-44:55)

425 S: Ja. Das war ein einstimmiges ja. Also, Das man eben verschiedene Themenabschnitte nochmal visuell
veranschaulichen kann ist da von Vorteil. Oft kann man die Informationen da ja auch auf ganz andere
Art und Weise aufnehmen. (44:56-45:12)

I: Okay, ja. Das nehme ich mir doch gerne mit. Habt ihr sonst noch irgendwie was? Ich bin sonst auch
fast am Ende angekommen. (Folie umgeschaltet) Beziehungsweise jetzt haben wir das Ende erreicht.
430 (45:12-45:29)

S: Ja, vielleicht. Wir wissen nicht mehr ganz genau, wie das beim letzten Mal war. Aber dann man
vielleicht ein paar mehr Pausen einbaut und diese dann eben etwas kürzer. Aber das Wesentliche ist
ja um die Informationen aufzunehmen, dass man eben auch noch die Aufnahmefassung dazu hat. Und
weil das ja die ganze Zeit still steht. Ich glaube letztes Jahr, ich weiß es nicht mehr genau, war glaube
435 ich eine Pause in der Mitte oder zwei Pausen. Und das ist, wenn man eben den ganzen Tag da sitzt
eben zu wenig. (45:48-46:17)

I: Zu wenig Pausen (46:17)

S: Einfach weil wir noch Schüler sind und das noch nicht gewohnt sind. Nachher in der Uni wir das
dann, beim Studium wird das dann natürlich noch was Anderes sein. Aber wir sind eben immer noch
440 in der Schule und brauchen unsere Pausen. (46:17-46:28)

I: Ja okay. Und würdet ihr denn sagen eher nach jedem Vortrag so 5 bis 10 Minuten Pause oder was
würde für euch da gut passen? (46:29-46:38)

S: Je nach einzelnen Themen finden wir das man nach jedem einzelnen Themenabschnitt oder eben
zwei Themen dann eine Pause bekommt. (46:47-46:56)

445 I: Okay super. (46:57)

(Ende des Interview)

Anhang I: Interviewdaten der Lehrer*innen (Studie 2)

Interview mit Lehrkräften Teil 1 (LuL1) - Transkript

Breakout Room 2, Phase 1

Moderation: **A; C**

Lehrkräfte: **L; R**

(Einleitung und Begrüßung)

A: Ich würde ihn noch einmal ein paar Sekunden geben, um sich da für sich einzulesen und dann schauen wir gleich mal, was Ihnen da ad hoc einfällt.

R: Ich kann ja schon mal einen Start machen. Also romantisch empfinde ich die Beziehung ja nicht. Man merkt, ich finde bei Tieren bemerkt man an sich selber ja immer erst dann etwas, [wenn es] schief geht: entweder man bekommt Durchfall oder was weiß ich. Das finde ich immer so ein bisschen eigenartig. Man merkt das immer erst, wenn etwas krankhaft oder pathologisch wird. Die Leute mit der Mundfäule, Karies. Dann merkt man, dass etwas schief geht. Also ich würde diese Beziehung keinesfalls als romantisch bezeichnen, sondern eher als fast unsichtbar. Unsichtbar eher. Und das kriegt man glaube ich ganz gut hin, wenn man seinen Kindern beibringt wie man isst. Oder wie man besser nicht essen sollte, weil manche laufen mit aufgetriebenen Bauch durch die Gegend oder was weiß ich. Durch Zucker kriegt man dann irgendwelche massiven Talfahrten oder sowas. Oder zu fett werden, adipös und so weiter und dann hat man letztendlich die Wirkung von Bakterien mit dabei. Das war doch so bei der Stuhltransplantation oder? Mit den Mäusen war das doch so?

C: Genau.

R: Da hat man dann total fetten Mäusen, die dann mit dem total falschen Mikrobiom besetzt waren. Also das fand ich wirklich sehr abgefahren. Da fragt man sich manchmal selber: Da kann man zum Beispiel Abnehmkuren, Schlankheitskuren mit machen oder sowas.

C: Ja.

L: Also ich glaube, dass es aber wichtig wäre. Also für mich ist wichtig in Klasse 9 zum Beispiel, dass man das da praktisch ansprechen kann. Oder auch in 10 – je nachdem. Durch Corona kam ja alles ein bisschen durcheinander. Ich habe jahrelang mit Schülern selber Sauerkraut eingemacht. Und da eben diese Aktivität der Bakterien. Oder Joghurt selber machen. Also ich denke, dass man da durch solche Beispiele aus dem Alltag und das dann eben selber machen. Und dann haben wir das Sauerkraut natürlich auch gegessen. Also wir haben es gekocht, wir haben es roh gegessen. Das war ganz interessant, die haben es auch selber probiert beim Schneiden. Gut, das kostet Zeit – zwei Schulstunden. Bei mir mit aufräumen und so und das steht in der Schule und die können jederzeit hin. Das war schon interessant für die auch: Zunächst mal, dass das warm stehen muss, damit die Bakterien arbeiten können. Also diese Bedienungen drum herum, die sein müssen. Und wie schmeckt [es] dann eben nach der Zeit. Da ist es noch nicht fertig und dann eben das kühl stellen. Und das machen wir im Herbst und im Frühjahr und dann gibt es eben Sauerkraut – selber Gemachtes. Und interessanterweise haben viele Schüler, die vorher gesagt haben: „Das esse ich nicht.“, die haben das dann gegessen. Und das ist auch etwas, was die immer noch wissen: Bei Ihnen haben wir Sauerkraut gemacht und gegessen. Also ich denke, dass das jetzt auf einer ganz niederen Ebene durchaus wichtig ist. Oder auch beim Joghurt, dass da Bakterien für uns arbeiten. Die Fermentation. Ohne, dass sie das jetzt komplett verstehen können. Und auf der anderen Seite finde ich das aber interessant, wenn ich an das Mikrobiom denke, was ich da im Darm haben möchte oder was macht mich krank. Das es da eben diese Abfallprodukte sind. Dass

die eben auch durch ihre Verdauung Stoffe produzieren, die uns dann nicht gut tun und das macht mich krank. Das ist ja etwas, was für mich wieder in diese Wirt-Beziehung reinpasst.

R: Wann ist es denn romantisch? Wenn du Bier hergestellt hast oder Sauerkraut?

40 **L:** Ja, gut. Also als romantisch würde ich es nicht bezeichnen, aber vielleicht. Ja, ich will das damit vielleicht schon wegnehmen: Bakterien sind immer nur negativ. Also ich denke man kann es sich da dann besser vorstellen, weil wenn ich dann sage: „Ich brauche die Bakterien, das ich die richtige Verdauung habe“ Also ich glaube, dass der Schritt dann leichter ist in der Vorstellung der Schüler. Also ohne das sie jetzt die einzelnen Schritte, was da passiert und was macht mich krank habe, sondern das ich den
45 Bezug [herstelle], dass ich das leichter nachvollziehen kann.

A: Das geht ja auch schon ein bisschen in die 2. Aussage mit herüber. Gute gegen schlechte Bakterien und was ist da eigentlich gut. Und ich hab mich eben auch gefragt L., als du das gerade gesagt hast und R. hat das sehr auf Zuhause bezogen, das Ernährung viel Zuhause stattfindet. Also kann man das irgendwie zusammenbringen, Sauerkraut und Joghurt sind ja Bakterien die außerhalb des Körpers arbeiten. Habt ihr vielleicht Ideen, wie man das Zusammenbringen könnte im Unterricht? Also das was
50 im Darm passiert.

R: Naja, das {.....} ist ja immer schnell drastisch oder?

A: Ist es das? Also ist es aus? Ist es immer schnell drastisch?

R: Also ich finde, dass die Schüler immer schnell Gedanken in diese Richtung entwickeln. Das Grinsen wird sofort schmutzig. Zack ist das klar. Von daher denke ich, wenn man von Verdauung spricht und von Bakterien, dann denken Schüler nicht an Bakterien, sondern an sonst was. Also ich denke 80% gehen sofort in diese Richtung. Man kann das da noch Lenken, das ist kein Problem, aber nicht im Hörsaal. Im Hörsaal geht das nicht, aber in der Klasse geht das schon. Gut, man kann da so einen Knaller steigen lassen, das ist dann kein Problem, aber man muss sich dann darüber im Klaren sein, dass man
55 sie dann wieder einfangen muss. Aber meine Erfahrungen sind in der Hinsicht eigentlich immer sehr gut, also wenn man Humor hat und das gut nehmen kann. Also gerade mit Nahrungsmitteln kann man, also Bier bläht, Sauerkraut kann enorm blähen. Bei Joghurt kann es Allergien geben. Aber das ist dann der Milchzucker oder? Oder sind es die Proteine?

L: Das ist verschieden. Wenn es die Proteine sind, dann ist es eine Allergie und vom Milchzucker hab ich gar nicht mehr so viel im Joghurt drin.
65

R: Ist schon verdaut, nä?

L: Ja, genau. Also da wäre die andere Variante, wenn ihr in Richtung Verdauung geht. Also wenn den Schülern klar ist, was Verdauung heißt und da kann ich ja im Mund anfangen mit den Nachweisen. Auch da wäre ja wieder in der Praxis: Wie viel Zucker ist denn da drin? Ich kann den Zucker nachweisen.
70 Ich kann bei der Joghurtherstellung oder auch beim Sauerkraut über den Nachweis vom Zucker und dann hinterher über die Säuren, ich kann die Säuren nachweisen. Also wenn ich die Chemie mit einbeziehe, kann ich schon mit zeigen, dass da was passiert. Und von der Stärke, wenn ich ein Bissen nehme und ich kaue das ewig lang, dann kann ich bereits diese Zerlegung zum Zucker, die kriege ich im Mund schon hin.

75 **R:** Das stimmt, ja.

L: Und da ist dann die Frage: Ja gut, da ist der Milchzucker in der Milch und hinterher habe ich meinen Milchzucker nicht mehr. Aber ich habe die Säuren und ich kann es nachweisen. Die eigentlich gut ankommen.

R: Alkoholherstellung würde dann ja in dieselbe Richtung greifen oder nicht?

80 **L:** Ja.

R: Was man ja auch machen könnte, wäre Käse. Also man könnte diesen Schweizer nehmen.

L: Das habe ich auch schon gemacht. Also wir haben Mozzarella hergestellt. Also wir haben Alkohol, Bier und Wein gemacht. Also das sie eben nicht nur die Traube, ich kann das aus Zwetschgen bis zum

85 Manchmal denke ich, ich brauch gar nicht viel in der Theorie. Das ist das Gleiche wie mit den Fachvorträgen, da kommen so viele Fachbegriffe und wenn ich mir da in der Schule so ein Thema raussuchen würde – daran kann ich dann ganz viele Sachen anknüpfen und erklären.

R: Sie kennen doch, ich glaube so heißt er doch offiziell, „Großlochkäse“, also wenn man Emmentaler nimmt.

90 **L:** Ja, Emmentaler. Genau.

R: Wo dann die Löcher mit verkauft werden und alle sind empört.

L: Ja, also auch diese Denaturierung vom Eiweiß, da habe ich wahnsinnig viel dabei. Und ich hab dann die veränderte Struktur: Das ist plötzlich fest und ich habe es nicht mehr gelöst. Also da gibt es.

95 **R:** Also für die Nahrungsmittel wäre es dann ja klar. Dann haben sie alle so einen positiven Aspekt. Wenn man dann jetzt mal weitergeht auf das Neutrale: Worauf soll das denn jetzt abzielen? „Bakterien sind neutral“: Soll das heißen, das Bakterium ist für sich erstmal da oder wie ist das gedacht?

C: Bei der Aussage?

R: Ja.

100 **C:** Ja, also es geht so ein bisschen darum, dass Bakterien nicht uns explizit schädigen wollen, sondern die wollen sich manchmal selber verteidigen und deswegen ist es nicht an den Menschen selber gerichtet. Die sind halt eben neutral. Also es geht um diese Assoziation von den schlechten Bakterien, dass das eigentlich bei Schülern sehr häufig hervorgerufen wird und man weiß halt von dieser Fülle an Bakterien, von denen eigentlich nur 200 schädlich sind, aber ein ganz, ganz großer Teil von diesen Millionen Bakterien positiv oder neutral dem Menschen gegenüber sind. Darauf sollte das ein bisschen abzielen.

105

R: Ja, Bakterien haben ja keinen ausgesprochenen Willen oder sowas. Das gibt es ja gar nicht. Weiß man eigentlich inzwischen, wenn du schon dabei bist: Es gibt ja auch Bodenbakterien von denen eine ganze Menge sehr nützlich sind. Was weiß ich.

L: Zum Beispiel im Kompost.

110 **R:** Ja, zum Beispiel Kompost. Ich meine, wie viel Prozent sind da überhaupt bekannt? Das sind doch Millionen. Das sind doch keine Arten, das sind Stämme. Wie viel Prozent sind denn davon bekannt, die auch nützlich sind?

115 **C:** Ja, das kann ich gerade gar nicht sagen. Also man weiß sehr wenig über Bakterien und dafür, dass sie halt so eine große Rolle in unserem Leben spielen. Also da muss ich nochmal nachfragen, aber so genau kann ich da gar keine Antwort darauf geben.

120 **R:** Also vielleicht dazu noch, [dazu] habe ich eine interessante Aussage. Euch ist vielleicht Evolutionsbiologe Stephen Jay Gould ein Begriff. Kennt ihr den vielleicht noch? Der hat mal gesagt: „Wir leben nicht im Zeitalter des Anthropozän sondern im Zeitalter der Bakterien.“ Womit er ja unbedingt Recht hat. Ich hab den Hinrich glaub ich mal geschickt. Können Sie ja mal gucken, weil das könnte man mit so einem Zitat als Aufmacher nehmen.

C: Ja, das ist eine gute Idee.

R: Und weil der Mann war wirklich spitze. Der ist leider früh gestorben an Krebs, aber hatte ein paar zündende Gedanken. Ein Paläontologe war das. Aber das mit den Nahrungsmitteln finde ich super, das passt gut zu diesem positiven Bild. Ich bin auch sofort auf diesen ganzen Krankheiten-Gedanken gegangen, weil ich gerade Immunsystem mache.

A: Wobei man bei den Krankheiten ja auch mittlerweile weiß, dass es oft eher eine Art Störung des Gleichgewichts ist. Wenn wir jetzt über den Darm reden: Im Darm sind die meisten Bakterien erstmal gut, aber wenn sie jetzt die Überhand nehmen zum Beispiel ein bestimmter Stamm, dann wird es erst zur Krankheit. Und da ist jetzt für mich die Frage: Wie kann man das jetzt Schüler*innen gut vermitteln? Ich hab mich vorhin auch gefragt, du hattest ja gesagt R., der Darm, dass das bei vielen Schüler*innen erstmal humorvolle Assoziationen auslöst. Ob das an der Assoziation mit dem Menschen liegt und ob das, ich weiß nicht, da könnt ihr eine Einschätzung geben, ob das bei anderen Modellorganismen ähnlich wäre. Wenn man jetzt zum Beispiel über den Darm einer Maus redet oder so, ob es dann anders wäre oder ob es weiter mit Humor genommen werden würde?

R: Ja, weiß ich nicht {ob es anders wäre nicht das Beispiel mit dem menschlichen Darm zu nehmen, sondern den eines anderen Modellorganismus wie den Darm einer Maus, damit es nicht }. Ich würde die Fäkalhumorkarte nicht ziehen wollen. Also das geht echt nach hinten los. Die Assoziation ist halt da und du wirst überall das Grinsen haben und erstmal läuft nix, wenn du es im Unterricht machst. Wenn du es im Vorlesungssaal machst, so wie bei diesem Vortrag, man hat sich nur das Bild vorgestellt, aber der Vortrag war gestorben. Die Leute waren alle: „Oha“ L. erinnerst du dich daran? Er hat die Wurst im Mixer gezeigt und alle (nimmt Hand vor den Mund) waren total fertig und dann die nächsten 5 Min. hat er den Hörsaal nicht mehr ruhig bekommen. Und solche Fehler würde ich vermeiden. Ich würde es nicht ansprechen. Ich hab neulich auch so einen Transplantationsfilm gesehen, da hat doch tatsächlich einer auf Tellern die ganzen Würstchen vor sich auf einem Fließband laufen lassen. Das war von hinten zu sehen. Ich denk mir: „Was macht der denn?“ Das war nur reine Effekthascherei. Guckte sich das an und war völlig unberührt. Also sowas kann man mit Schülern nicht machen. Zumindest mit Sekundarstufe 1 Schülern. Also Sekundarstufe 2 auch nicht. Das geht nach hinten los. Aber das ist ja nur so ein Nebenaspekt, das will ich gar nicht weiter ausreizen wollen. Also für mich sind Bodenbakterien so eine *Black Box*.

L: Aber gibt es ein Beispiel, um auf das „Neutral“ nochmal zu kommen? Gibt es da ein Beispiel außerhalb der Körperzelle? Wenn die Körperzelle der Wirt ist für diese Bakterien, dann heißt es ja noch nicht automatisch, dass ich krank bin. Sondern ich bin ja erst krank, wenn was passiert? Das weiß ich ja nicht. Aber gibt es da noch ein anderes Beispiel außer Boden, wo ich das eben auch sagen kann? Oder von den Pflanzen, dass ich im Boden vielleicht einen zu sauren Boden hab. Also in Folge von der Arbeit der Bakterien, was dann wieder Auswirkungen hat das bestimmte Pflanzen nicht wachsen können. War jetzt so Theorie.

C: Ja, also es gibt zum Beispiel ein paar Beispiele. Da bin ich jetzt auch nicht so tief im Thema drin, weil ich ja auch auf Lehramt studiert hatte, aber es gibt zum Beispiel E. Coli, das normale *Escherichia Coli* Bakterium. Und da weiß man auch, dass es auch je nach Umweltbedingungen sich negativ auf den Körper auswirken kann, aber auch positiv. Also da spielt die Umgebung eine große Rolle und da weiß man auch noch nicht, wie das überhaupt sein kann. Also es ist natürlich auch immer so eine Frage, weil die Wissenschaftler immer viel mit Modellorganismen arbeiten, dass ich da Boden[bakterien] noch nicht so viel gesehen hab. Was die Wissenschaftler halt immer sagen, dass sie viel mit Weizen arbeiten, und da die Bakterien lernfähig sind. Um robustere Sorten zu züchten, um eine Lebensmittelstabilität zu haben. Damit man das auch machen kann. Also damit wird auch geforscht. Also ist ganz variantenreich.

R: Was das Entscheidende ist, was man ja auch gerne mal vergisst: Das es ja immer eine Signalkette geben muss vom Bakterium zum Körper und wieder zurück. Ich kenn zwar zwei Forscher, die sich damit beschäftigen, aber das sind für mich alles „Böhmische Wälder“. Also da kriege ich überhaupt nichts [mit]. In Büchern ist nichts zu [finden] und in meiner Ausbildung hatte ich das nicht. Also L. wird ja über Schwämme sprechen.

C: Genau.

R: Und wenn man so einen Schwamm durch ein Sieb streicht. Ich habe mal versucht, das anzusetzen, aber ich komme nicht an Schwämme heran oder an die, die ich bräuchte. Die [können] eigen und fremd ganz gut unterscheiden und da die ganzen Signalwege sind quasi mit einem großen Fragezeichen für mich überschrieben. Genauso wie dann die von Bakterien im Körper oder im Boden oder was, die reagieren ja alle auf etwas.

L: Was ich interessant finden würde, wenn man schon die Forschung vor Ort hat. Gibt es da zum Beispiel einen Film. Das war ja auch so eine Geschichte. Wo man zeigen kann, wie zwei Bakterien miteinander kommunizieren. Also ich weiß zum Beispiel, dass unser Sohn, ich glaube ich hab die Aufnahme gar nicht mehr. Das war ganz spannend: Wie tauschen Bakterien Informationen aus? Und da sieht man zum Beispiel, ich glaube, das ist so eine ähnliche Art wie bei einer Körperzelle, da bilden die so einen Stachel. Wenn die zusammenkommen, da bildet sich ein Stachel über diesen Kanal, sage ich jetzt vereinfacht, und dann findet ein Informationsaustausch statt. Und das ist glaube ich in der Körperzelle so ähnlich. Ich könnte mir schon vorstellen, das fasziniert ja schon, wenn ich das sehe. Das ich dann als Schüler das Gefühl habe: „Da möchte ich mehr darüber wissen“

R: Ich glaube, du sprichst über diesen Sex-Pillus, kann das sein? Das man dann DNA-Material austauscht?

L: Ja oder wie ist das mit diesen Sekretionsmechanismen, die es da gibt?

C: Ja, also das heißt speziell *Quorum-Sensing* bei der Bakterienkommunikation und eines davon ist genau das, ja.

L: Und ich finde, wenn man so ein Material {über Quorum Sensing als Bakterienkommunikation} für die Schule hätte, das kann auch eine kleine Filmsequenz sein. So als Einstieg, als Impuls. Das selbst Bakterien sich untereinander austauschen können oder wie geht die Information zur Zelle, wenn es das gäbe, würde ich das sehr interessant finden. Ich fand es damals ganz spannend und hab gedacht: „Man, das wusste ich überhaupt nicht. Da will ich jetzt mehr wissen“. Aber auch als Lehrer hängt man dann da und findet dann da so keine Informationen weiter. Da brauche ich schon die Informationen zur Uni oder zu Wissenschaftlern.

A: Das heißt im Endeffekt auch erstmal didaktisch aufbereitetes Material für Sie als Lehrkräfte, damit Sie selber auch erstmal Infos über das Thema bekommen.

L: Ja, richtig.

R: Das wird dann auch immer schnell biochemisch dann oder? Sehe ich das richtig?

A: Ja.

R: Ja, dann steigen Schüler sofort aus.

L: Die Frage ist für mich aber immer: „Wie tief gehe ich dann in die Theorie rein? Wie tief muss ich reingehen?“

R: Man kann sich unter Umständen auch darauf beschränken, was es bewirkt, nicht wie.

L: Ja, genau.

210 **R:** Also [die] Vermehrung wird gesteigert. [Und beim] Stoffwechsel: Das dich dann die Stoffwechsel-
produkte krank machen oder auch positiv wirken können. Das geht alles nur über die Anzahl der Bak-
terien. Bei Evolution im Meer könnte man noch überlegen, ob man da Algen mit dazu nimmt. Was
weiß ich: Rote Tiden oder so. Dass das giftig wird.

215 **L:** Aber da wäre es auch spannend, finde ich, in der Schule, wenn man da Unterlagen hätte. Gut über
Bakterien weiß man es ja: Die einen Bakterien verdoppeln sich etwa alle 20 Minuten. Das ich das halt
auch übertrage in ein Schaubild. Das ich das bildlich mache, sodass ich Vergleichsmaterial mit verschie-
denen Bakterien oder auch anderen Organismen hätte. Die Arbeit mit Schaubildern finde ich unheim-
lich wichtig.

220 **C:** Was ich mich immer frage: Sollte, wenn ich über Bakterien rede, dass immer mit dem Bezug zum
Menschen da sein oder ist es manchmal auch in Ordnung, wenn ich vom Menschen weg gehe und vom
Schwamm rede? Also inwieweit muss der Menschenbezug da sein? Das war immer meine Frage.

225 **R:** {Zum Menschenbezug bei biologischen Themen.} Also die Fachanforderungen in Schleswig-Holstein,
die neu geschrieben sind seit 2016, sind in der Beziehung stark anthropozentrisch. Ich würde das aber
stark ablehnen. Ich glaube das machen viele andere auch so. Ich würde den Bakterienbezug, dass die
für sich auch eine Existenzberechtigung haben wie jedes Individuum auch. Aber das ist ja banal, finde
ich. Nur man kann den Bezug eben am leichtesten herstellen über eigene Krankheiten, die Haut ist
dann verletzt oder ich hab irgendwie mal eine Entzündung durch eine Verletzung in die irgendwann
mal Bakterien eingetreten sind. Ich weiß nicht, dass ist so ein bisschen ein Tänzchen auch. L. wie ist
das denn bei euch? Seid ihr auch so ein bisschen anthropozentrisch gestrickt?

230 **L:** Ja, aber ich finde es eigentlich wichtig, dass sie in der Mittelstufe vom Mensch ausgehen. Das ich
den Bezug hab zum Lebensmittel, Haushalt und zum Mensch und dann habe ich es auch leichter den
Schritt zu schaffen in die Oberstufe, da brauche ich dann den Menschen nicht mehr. Also ich finde es
wichtig, dass man da über den Tellerrand heraus schaut.

R: Ja, muss man. Also ich würde das nicht nur auf den Menschen beziehen wollen. Das ist ja quasi wie
eine Welt für sich dann.

235 **L:** Ja und ich finde auch, das ist für Schüler interessant, das nicht nur die Bakterien beim Mensch da
sind. Sondern dass die beim Boden oder Schwamm oder, oder, oder. Das finde ich enorm wichtig.

240 **A:** Eine sehr krasse Aussage vielleicht, die mir schon einmal eine Lehrkraft gesagt hat. Mir wurde schon
mal gesagt, dass wenn es nicht alltagsnah ist für die Schüler*innen, dann steigen sie aus. Sehen Sie das
auch so? Also erfahren Sie das auch so? Müssten wir gucken, dass wir bei all diesen Themen immer
wieder einen Bezug zum Alltag der Schüler herstellen?

245 **L:** Sagen wir mal {so zum Alltagsbezug der Schüler bei biologischen Themen}: Für mich oder mir fällt es
leichter, den Einstieg über den Alltag zu haben. Bei diesem Einstieg will ich dann aber schon die Grund-
sachen erklärt haben und [das] Fachbegriffe da sind und das sie sich das vorstellen können. Und dann
muss für mich aber der Sprung weiter kommen, dann muss der Sprung über den Tellerrand heraus
kommen.

R: In allen didaktischen Seminaren wird ja immer der Lebensweltbezug sehr arg strapaziert.

L: Ja, manchmal gibt es den aber auch nicht. Dann hab ich ihn halt nicht.

250 **R:** Dann gibt es Bakterien. Die sind unsichtbar, die sieht man nicht so richtig. Und das was du gesagt
hast mit der Ernährung, das finde ich trifft die Sache sehr, sehr gut. Der Lebensweltbezug bei Bakterien
sind Krankheiten, das ist evident. Das kriegt man auch sofort hin. Wenn man jetzt aber den Menschen
komplett wegnehmen würde und fragen würde: Was macht ein Bakterium im Boden? Oder auf einem
Schwamm oder einem Wal. Das weiß ja keiner oder was. Bei einem Schwamm sind sie dabei das zu

erforschen, aber in einem Delphindarm oder Waldarm, das weiß niemand. Auf der Waloberfläche weiß es auch kein Mensch. Dann ist diese Frage vielleicht obsolet.

255 **L:** Doch, die Frage ist doch super.

R: Ich weiß nicht. Welche Alternativen haben wir?

260 **L:** Das Bakterium will Leben. So. Und das Bakterium will eine bestimmte Umgebung haben, wo es sich wohlfühlt und sich vermehren kann. Und die Frage ist jetzt für mich eher andersherum: Wenn es das jetzt im Wal ist und das die optimale Umgebung ist. Dann würde ich mich jetzt fragen, welchen positiven Nutzen kann es haben, außer dass er jetzt krank macht? Also das ist für mich ja eigentlich immer: Was machen die Bakterien im Boden? Die Bakterien selber wollen überleben. Und dann muss ich mich fragen mit dem Stoffwechsel, den die machen, was entsteht da? Da bin ich also dann eigentlich schon weiter.

R: Naja, aber wenn du die Frage stellst, musst du auch schon die Antwort geben glaube ich.

265 **L:** Ja, aber dazu bin ich ja in diesen Lesungen.

R: Und ich bezweifele, dass man die geben kann. Also im Waldarm, oder? Kann jemand etwas über den Waldarm sagen? Ne, oder?

A: Habe ich gerade nicht parat.

L: Aber vielleicht erfahren wir es ja bei den Schwämmen oder?

270 **A:** Also das ist nämlich das, was mir einfiel: R. du hast eben Algen genannt und dort weiß ich nämlich, dass man beim Korallensterben schon weiß, dass das mit den Algen zusammenhängt und den Polypen. Und ich habe mich da eben gefragt in Bezug zum Beispiel auf Klimawandel, ob so etwas auch interessant ist als neuer Alltagsbezug. Weil das für die Schüler ja sehr interessant ist. Ob man da die Anknüpfungspunkte findet?

275 **R:** Ja, ist schnell gesagt {wie es mit dem Klimawandel, den Algen und den Korallensterben zusammenhängt}. Ab 23°C ploppt die Alge raus und dann wird das Ding bleich. Dann bist du mit dem Thema durch. Das geht schnell. Das wissen die auch schon. Ich glaube viele sind mittlerweile auch abgesättigt mit Klimawandel. Das steht ihnen glaube ich bis da (zeigt auf Kinn). Ja, also sie sind, glaube ich, darüber haben wir uns auch ausgetauscht. Dadurch, dass sie ein Jahr auf dem Sofa gesessen haben, sind sie so schwer erreichbar geworden für Experimente oder sitzen in so einer Kino/Fernsehhaltung dar und warten, dass sie berieselt werden. Das nervt kolossal. Also wir sind alle in dieser Digitalisierungseuphorie. Also ich hab die nie so geteilt. Aber die gibt es bei uns gar nicht. Wir sind froh, wenn das W-Lan funktioniert, was gerade nicht mal der Fall ist, weil Data-Port sich eingeschaltet hat. Die Kontrolleure jeder Datenströmung Schleswig-Holsteins. Aber das, also da ist die Psyche der Schüler irgendwie schwer zu packen, glaube ich. Insofern hast du nicht so einen, das Thema ist nicht so. Mit dem Zitat, weiß ich nicht. Das ist so eine „Wir müssen wegkommen“, das ist so eine Politikeraussage. Wir „müssen“, aber wie denn? Sag mal wie und warum? Die Schüler sagen: „Ist mir doch scheiß egal.“ Oder eben nicht. Dann sind gute, schlechte, na und, Komma. Das juckt mich doch nicht, Hauptsache mein Stuhlgang ist in Ordnung oder so.

285 **L:** Ja, ich glaube immer, dass wir die Verdauung brauchen. Die Frage ist jetzt auch, wo werden Bakterien heute eingesetzt, im weitesten Sinne, ich sag jetzt mal in der Technik.

R: Ja, wie ist das denn bei der Insulin-Produktion? Geht das da nicht auch? Ich glaube ja, oder? Das man Insulin produziert mit Bakterien?

L: Ja.

295 **R:** Wo man dann ein bisschen manipuliert hat dann auch? Aber ansonsten dieses Votum: „Seid doch alle mal neutral“ was die Bakterien anbelangt, das hat halt so einen Appell-Charakter, der bei den Schülern nicht verfängt. Das kann passieren. „Seid doch so“; „Seid doch mal nicht so laut“ na, und? Mir geht's gerade so, sagen sie dann.

300 **C:** Wir haben noch eine Minute zum Diskutieren, Ich gehe noch einmal rüber in die andere Session und dann hole ich sie wieder zurück.

R: Aber ansonsten ist „Vielfalt von Bakterien in verschiedenen Kontexten verdeutlichen.“, halte ich für einen guten Ansatz, der auch gleichzeitig schwer realisierbar ist. Ich hab da nicht die Beispiele parat.

Nature of Science-Aspekte

305 **A:** Wenn Sie auf dem Padlet jetzt nach rechts gehen, dann sehen Sie dort nochmal die Aussagen, die eben schon genannt wurden.

R: Ich hab` hier Notizen, Aussagen von Wissenschaftlern.

A: Gucken Sie ruhig nochmal rein.

R: Also die erste Aussage {...} kann ich aus eigener Anschauung und aus eigener Kenntnis wirklich sehr gut unterstützen. Das geht mir genauso.

310 **L:** Also ich finde die letzte Aussage: „Es gibt noch so viele Probleme, die zu lösen sind.“ Das ist schon richtig, wenn ich das aber gleich den Schülern so antworten würde, dann wären sie überfordert. Also das würde glaube ich eher zu einer Ablehnung [führen]. Also finde ich schwierig, das den Schülern so zu sagen. Natürlich muss man das sagen, dass es noch viele Probleme gibt. Aber nicht gleich so als Antwort.

315 **R:** Ja, und ich finde auch, das ist so ein Tods Schlag. So eine Todschlagaussage, wo man dann denkt: und jetzt? Wo fang ich denn jetzt an? Wie ich jetzt Milch holen soll oder wo sind denn die Probleme? Sind das denn wirklich Probleme? Es gibt von einem Wissenschaftsautoren „The end of science“ Kennt ihr das?

A: wurde mir letztens glaube ich sogar empfohlen.

320 **L:** Ja.

R: Ja, genau. Der sagt halt, es gibt sowas halt nicht mehr. Die Leute arbeiten heute nur noch am klein Klein und verfrickeln sich irgendwie. Also die großen Sachen sind auf einer Ebene zu finden. Also die Politik hat Informationen genug, handelt aber nicht, wenn es um große Probleme geht. Das sieht man ja. Da musste eine 10 Jährige Schwedin kommen, um den ganzen Laden in Schwung zu kriegen. Das muss man sich mal überlegen. Unsereiner unterrichtet diesen ganzen Krempel irgendwie 20 Jahre und da passiert nichts. Nichts. Da zweifelt man doch langsam auch am System.

325 **L:** Also um auf die 1. Aussage da nochmal zu kommen: was ich immer ganz gut finde, wenn man es an einem Beispiel aus der Geschichte zeigen kann. Und was ich da ganz gerne mache ist von der Chemie her jetzt natürlich oder wenn es um die Atome geht und wenn ich da sagen kann oder erklären kann, was ist denn damals passiert und dann ist praktisch 2000 Jahre lang nichts passiert und ich lass die immer einen Zeitstrahl zeichnen, der passt gerade auf ein Din A4 Blatt und dann: Welche Vorstellungen gab es damals, was haben die da gewusst, was haben die da beobachtet? Und ich glaube, das ist auch wieder etwas, das man in der Mittelstufe, wenn man das da richtig macht und gründlich. Das die da eine Vorstellung haben; was war denn ein Naturwissenschaftler früher. Was der alles beobachtet hat.

330 **L:** Der hat sich um alles gekümmert. Und wen man dann sieht auf dem Zeitstrahl, ab wann da wirklich was passiert ist, dann sieht man, dass da in den letzten 60 – 70 Jahren unheimlich viel passiert ist. Und dann sag ich immer: und dazwischen? Ist denn da gar nichts passiert? Natürlich ist da ganz viel passiert.

Aber so wirklich vorwärts gekommen ist man dann als man die Instrumente hatte. Und dann kommt dazu, da gibt es natürlich in der Chemie so Briefwechsel. Das gibt es in der Biologie vielleicht auch
340 zwischen Biologen. Wenn man sich dann vorstellt in welcher Zeit das war mit Pferdekutsche und jeder hat geforscht. Und die haben das ja teilweise gleichzeitig eigentlich gefunden. Oder an bestimmten Stellen erwähne ich einen Alchemisten wo der Chemiker dasaß und seine Helfer hatte und jeder wollte das Gold finden. Der hatte doch gar kein Interesse daran, dass ein anderer weiß was ich mache. Und da, an diesen Stellen, das sind bei mir kurze Abschnitte, das geht ja nicht stundenlang, aber das mal
345 sich ins Bewusstsein zu rufen und dann zu fragen: Wie ist das heute? Und das wir heute eine internationale, einheitliche Sprache haben. Da kommt mir natürlich in der Chemie das Periodensystem mit all den Sachen zu Gute. Aber das sind so für mich die Stellen wo ich auf das heutige naturwissenschaftliche Arbeiten eingehen kann. Und dann passt auch diese erste Aussage. Und dann komme ich auf das Interdisziplinäre. Und die Frage ist jetzt: Wie können die Schüler sehen, erleben, aktuell?

R: Was man auch machen könnte, den Menschen so als. Also ich finde so den Bezug zum Wissenschaftler als denjenigen, der der einzige sein soll der Wissen schafft. Das glaube ich ja schon mal gar nicht. Und es gibt so ein tolles Buch von Donatha Elschenbrenn, das heißt „Das Weltwissen der 7 Jährigen“ und da sieht man plötzlich wie Kinder im Alter von sieben Jahren wie die anfangen herumzuexperimentieren. Und ich weiß das auch von Freunden und meine haben das auch gemacht: Die fangen da
350 irgendwann an rumzufickeln. Die fragen sich einfach irgendwas und diesen Wissenschaftstrieb, den haben sie, also mehr oder weniger, eigentlich alle. Also Menschen haben so eine Art Welterforschungsdrang und naturgemäß ist der am Anfang natürlich interdisziplinär. Weil das ist denen egal. Die wollen halt wissen, warum die Nusschale schwimmt und tunken die dann unter. Also die ersten assoziativen Ideen dazu. Das halte ich für die Wurzel allen wissenschaftlichen Denkens oder Herangehens. Das
360 Übergreifende: ich kann das voll nachvollziehen. Wenn man so mit Leuten spricht, wie wir das hier gerade machen, dann klack klack, rattert bei mir irgendwie sofort was los und ich schreibe mir auch ein paar Sachen auf, weil das immer auch sehr anregend ist und das hilft mir auch selbst weiter. Oder ich hocke irgendwo am Strand und denke über irgendwas nach und zack, die Gedanken kommen irgendwie von selber. Die sind da und dann schreibe ich mir das sofort auf.

L: Also ganz typisches Beispiel: Unsere Tochter früher, die stand immer daneben und hat gewartet bis ich fertig war mit spülen und dann durfte ich das Spülwasser nicht rauslassen. Und die war sage und schreibe eine Stunde lang, oft, wenn das überhaupt gereicht hatte, damit beschäftigt, diese Blasen zu beobachten.

R: Ja. Genau.

L: Ja und da ist die auf die tollsten Ideen mit Stoff und nochmal was und hin und her und ich hab sie einfach gelassen. Und das ist das, was mir heute fehlt. Die Zeit, die die Kinder haben einfach in Sandkasten. Den Sand durch die Hand rieseln zu lassen oder oder oder. Und die Zeit finde ich fehlt den Kindern. Oder beim Teig machen als Kind, da darf man als Mutter nicht daneben stehen und sagen: „wann bist du jetzt endlich fertig?“ Sondern dann dauert das halt, aber die hantieren da mit dem Teig
375 und die entwickeln da ein Gefühl und die fragen sich automatisch Sachen. Bloß zur Frage: Also diese Tochter mit dem Spülmittel, die ist gerade an ihrer Doktorarbeit.

A: Dazu fallen mir noch zwei Fragen ein: Einmal noch kurz auf den schulischen Kontext: Inwiefern arbeiten Sie denn dort schon interdisziplinär. Also gucken Sie, sie als Biologie und Chemielehrerin ja wahrscheinlich definitiv, aber gucken Sie zum Beispiel auch in die Mathematik, wenn wir vorhin über Bakterienwachstum geredet haben? Wie ist das bei Ihnen an den Schulen? Und wie wird das didaktisch
380 vielleicht auch umgesetzt?

L: Ich mache das sehr viel. In einem Schulbuch drin sind da so Beispiele auch von Diagrammen. Also Diagramme lesen ist mir ganz wichtig.

385 **R:** Bei mir ist es genauso. Also ich versuche das, aber ich bin auch so ein getriebener des Stoffes letzt
endlich. Das heißt ich muss bei der [Unterrichtsgestaltung], also der Lehrplan ist nicht so parallelisiert
wie ich das brauche eigentlich, Im 11. Jahrgang muss ich jetzt Fotosynthese unterrichten, aber es gibt
kein kohärentes Energiekonzept aus Chemie, Physik und Biologie. Da muss ich mir selbst eins aus den
390 Fingern saugen. Wenn ich dann anfangs Statistiken auszuwerten oder wir haben Daten erhoben zum
Beispiel, sie sind nicht dazu in der Lage, sag ich mal. Sie müssen ja letztendlich statistisch oder stochas-
tisch denken lernen irgendwann und das fällt denen sehr sehr schwer. Und dann so eine Tabelle, das
hab ich jetzt zum ersten Mal mit einem Profilkurs gemacht: Ich hab Proben erhoben und ich hab sie
bis zur Auswertung getrieben. Das hat drei Wochen gebraucht und ich hab dann auch Excel-Diagramme
anlegen lassen und dann bis hin zu einer Deutung. Und es ist genau wie du sagst, L. Es fehlt die Zeit für
395 eine ruhige Betrachtung und die dann auch tiefer geht. Also der Lehrplan ist viel zu voll und ich hab
das mal erlebt. Mein damaliger Fachleiter hat mal gesagt: „Zählen Sie ihre Stunden, die Sie wirklich
haben.“ Und dann hast du im Lehrplan selber, also offiziell hast du 70 Stunden in einem dreistündigen
Kurs und von denen hab ich 45 Stunden gegeben. Der Stoff ist aber auf die gesamte Stundenzahl zu-
geschnitten. Und da denkt man doch: „ja, bitte. Ich hätte gerne mehr Zeit.“ Ich finde es viel schöner,
so wie du eben. Ich lasse mir auch viel lieber was durch die Hand rieseln und hab eine genaue Betrach-
400 tung. Das man beobachten lässt. Aber das kostet Zeit.

L: Ganz tolles Beispiel was sich auch in die Biologie übertragen lässt, was ich immer mach mit Nano-
oberflächen: einen einfachen Objektträgern nehmen, geht auch über Kerzenflamme, über Brenner
schön rusig machen und dann mit einer Pipette einen Wassertropfen drauf und der bleibt Kugelrund
und der rollt dann runter. Also Wasser ist für mich auch so ein Thema, wo ich: da hab ich Chemie, da
405 hab ich Biologie. Also das finde ich fantastisch. Und solange wir diesen NBA hatten, da konnten wir
auch, also ich hab auch immer viel Zeit verbraucht, aber ich denke den Kindern tut es auch gut, das
selber zu erleben, Bezüge herzustellen und zu sehen, worauf wirkt sich das aus und warum ist der
Tropfen kugelrund und all solche Sachen. Da kann ich auch ein bisschen in die Mathematik rein. Also
eigentlich fantastisch und mir geht es dann oft so, dass ich immer wieder an den Punkt komme, und
410 dann bin ich eine getriebene und dann denke ich: „ Was muss ich noch alles machen“ und dann fange
ich natürlich auch an zu peitschen. Aber ich nehme mir immer wieder die Freiheiten raus, auch zu
sagen:“ Ok“. Was ich jetzt auch ganz toll finde von Kiel: Ich hab auch schon mitgemacht bei der Jugend
Science Olympiade und da kriegt man immer so viele Ideen und wenn es nur das eine ist. Und sich das
eine wirklich mal genauer anschaut und betrachtet. Das ist eigentlich fantastisch. Und da brauch ich
415 gar nicht so viel Stoff, wie in den Büchern immer drin steht.

R: Ja, geht mir genauso. Wenn du am Anfang zum Beispiel erklären willst, wie eine Membran funktio-
niert brauchst du die Fettchemie und die Proteinchemie und ich mach nur die Fettchemie und Protein-
chemie, die ich brauche, um zu erklären wie da was durchgeht. Aquaporin oder sowas. Das mache ich
dann aber auch und das kostet mich dann zwei Wochen, um das einigermaßen hinzukriegen. Das geht
420 vom Biunterricht ab, aber sie verstehen dann tatsächlich den Austausch. Das finde ich eigentlich im-
mer am Wichtigsten. Also man braucht es, man kriegt es aber nicht. Man kriegt dieses von Nachbar-
disziplinen nicht, weil die eine andere Logik haben und das kriegt man bis jetzt in der Zeit, in der ich
unterrichtet habe, nicht gelöst oder es ist nicht lösbar.

L: Also ich war auch ein Exot bei uns an der Schule und ich wurde teilweise von Biologen abgelehnt,
425 die ganz eng nur die Biologie gesehen haben und überhaupt nicht was links und rechts passiert. Für
mich war das ein Segen damals mit diesem Übergreifenden und ich habe das ausgenutzt: von der Phy-
sik bis zur Chemie.

R: Ja, man versteht es dann auch. Es gibt so Konzepte; hier Ping, das ist so dieses alte Gemeinschafts-
schul – so ein Lehrstück, wo man so Lehrpläne gewissermaßen. Aber die haben es dann ins andere
430 Extrem verkehrt: hatten dann so eine Epoche „wir kleiden und schmücken uns“, da hab ich auch ge-
dacht: Oh, ne. Das möchte ich nicht machen.

L: Ne, das geht nicht. Bei all diesen Sachen [ab hier wurde der Break-Out Room unterbrochen und die Aufnahme gestoppt]

Breakout-Room 1

435 **Moderation: C., G.**

Lehrkräfte: B., I., K.,

C: Diesmal wollte ich mal hier dabei sein.

G: Ich würde einfach wieder mitschreiben.

440 **I:** Ich glaube ganz wichtig für Schüler, wenn Sie über die Arbeiten der Wissenschaftler erfahren sollen, ist, dass es bei weitem nicht problemlos läuft. Sondern mit vielen, vielen Rückschlägen. Das diese Geduld aufgebracht werden muss, viele Experimente zu machen und diese sehr häufig zu wiederholen letztendlich. Ich glaube, in den Schulen wird den Schülern so ein Bild vermitteln: „Ich will jetzt dies herausfinden und dann mach ich jetzt einen Versuch, dann hab ich meine Erkenntnis und alles ist wunderbar“. Das ist letztendlich ein falsches Bild, insofern finde ich die Aussage in der grünen Blase sehr
445 passend. Das es letztendlich eine Reise mit vielen Erfahrungen und großen Hindernissen ist und den Umgang damit. Und was man da letztlich am Ende rauskriegt, Dieser Weg sollte den Schülern deutlicher gemacht werden, eben ein Weg mit Hindernissen und nicht so einfach wie man das immer annimmt. Auch mal mit Rückschlägen zu leben.

450 **C:** Und da ist jetzt meine Rückfrage: Wie kann man das am Besten im Schulalltag integrieren? Also was sind da vielleicht Ideen, um vielfältigere Einblicke zu geben?

I: In der Schule macht man das ja im Prinzip indem man Hypothesen überlegt und sich überlegt wie kann ich jetzt meine Hypothese bestärken? Oder eben falsifizieren. Ich glaube so das ganz große Bild kann man in der Schule nicht schaffen, wenn ich ehrlich bin, da braucht man ja ganz viel Zeit letztlich. Das muss schon ein bisschen vorgekaut sein und dann wird es wieder etwas kürzer. Man kann ja letztlich als Aufhänger auch mal so ein Interview mit einem Wissenschaftler haben, der einem dann aufzeigt wie er vorgegangen ist, um zu einer bestimmten Erkenntnis zu kommen. Das ist Lernen am Beispiel letztlich. Aber so das eigene Erlebnis wird man in der Schule nicht schaffen können.

460 **B:** Ich sehe das ganz ähnlich. In der Schule ist es ja doch immer so, wenn wir da experimentieren ist das doch sehr geführt. Und ich habe da immer die Fragestellung, wenn sie nicht vorgegeben ist, dann lenke ich sie doch sehr stark da hin und dann haben wir ein Ergebnis. Oft bin ich dann doch damit beschäftigt, den Schülern zu sagen: „Ja, das ist doch eigentlich ein gutes Ergebnis.“ Und die Schüler haben dann das Gefühl: „Nein, das ist noch nicht genau genug und das hat alles nicht geklappt.“ Und zu wissen diese Diskussionen, die sich an ein Experiment anschließen. Sozusagen die Tatsache, dass Experimente nie nicht klappen können und das was anderes rauskommt als man denkt, dass das kein
465 Frust sein muss sondern neue Perspektiven einnehmen. Das finde ich sehr wertvoll, das miterleben zu dürfen.

C: Sollte das auch häufiger mal gezeigt werden? Dieser Misserfolg? Ich finde häufig wird der Erfolg ja auch durch Paper ganz stark betont. Sollte es das andere noch mehr?

470 **B:** Zum Beispiel. Ich weiß nicht wie sehr Gastredner sich in sowas reinreden lassen. Ansonsten hatte ich den Eindruck, der Vortrag jetzt nur ein bisschen abgewandelt für Schüler vielleicht vereinfacht oder so. Aber es geht ja überhaupt nicht darum, sich in einer Wissenschaftsgemeinschaft jetzt zu profilieren sondern mehr die Hemmschwelle abzubauen. Das man sozusagen wirklich mitgeht den Weg und die Höhen und Tiefen. Wenn wir davon ausgehen, dass das online ist, dann könnte man ja wirklich so kleine Filmchen drehen, wie das denn eigentlich konkret aussieht. Wie sieht das denn aus, wie fühlt sich das an im Labor oder auch im freien Feld, diese Untersuchungen zu machen? So dass man nicht
475

nur diese fertigen Ergebnisse hat. Denn in der Klasse kann man ja auch Aufträge erteilen, dass der eine dieses sich anschaut und vorstellt und der andere jenes und dann fügt sich das alles als ein Ganzes zusammen.

480 **K:** Ich denke, das Problem, das Wissenschaft viel komplizierter ist, als das was wir vermitteln können, kann man am besten angehen indem man an einem Beispiel mal exemplarisch zeigt, die ganzen Fehlwege, die Wissenschaftler machen müssen bevor sie ans Ziel kommen. Ich denke, das können wir nicht dauern und permanent machen in der Biologie. Weil gerade in der Biologie gibt es viel mehr Fehlwege als das, was sich nachher als richtig herausgestellt hat. Dafür hat man einfach keine Zeit. Aber das einmal exemplarisch an einer spannenden Geschichte zu machen, fände ich wirklich sehr gut für die
485 Biologie.

I: Wobei das auch nicht zu lange dauern darf, denn das ist ja wahnsinnig demotivierend. Nicht jeder Schüler ist letztendlich so groß am Fach interessiert, wenn es nicht gerade ein Profulfach ist oder Lk. Also überreizen darf man das nicht.

490 **C:** Das heißt, ich muss hier nochmal nachfragen, weil ich das ganz spannend finde: Also eher so eine Stunde oder sollte das eher ein Beispiel wo man dann einen Teil der Stunde für nimmt? Was heißt nicht zu lange daran arbeiten, wenn man mal so von berichten möchte?

I: An einem Exemplar finde ich eigentlich ganz sinnvoll. Ob das jetzt eine Stunde sind oder zwei Stunden, das ist dann egal eigentlich.

495 **C:** Ich habe nochmal eine andere Frage. Und zwar möchte ich auch oder möchten wir auch durch den Darwintag ein vielfältiges Bild von Wissenschaft vermitteln. Was meint ihr, wie kann man das im Unterricht auch noch abhandeln oder weiter verstärken? Was sind da gute Wege, um das Schülern zu zeigen?

500 **B:** Das ist ja eigentlich auch die Frage der interdisziplinären Forschung. Wenn der Schüler dann erlebt, dass in der Korrespondenz mit anderen Wissenschaftlern und anderen Wissenschaftszweigen gerade das Neue entsteht und die Physik beispielsweise eine ganz Rolle spielt. Das hat dann halt die Gefahr, dass es schwer verständlich wird, aber den Reiz das große Ganze zu erleben. Und ich könnte mir vorstellen, wenn das entsprechende Vorbereitungsmaterial aufbereitet ist, die Grundlagen. Das der Schüler dann nicht nur die Chance hat, das zu hören: „Aha, das ist interdisziplinär. Da spielen ganz viele Fachleute zusammen.“ Sondern es auch wirklich nachvollziehen zu können wie sie jetzt hier dementsprechend zusammenarbeiten.
505

510 **K:** Um das Interdisziplinäre zu zeigen, finde ich die Biologie sehr prädestiniert, weil die meisten Fortschritte in der letzten Zeit wurden eigentlich nicht erzielt im Rahmen von der klassischen Biologie sondern sehr viele neue Erkenntnisse aus der Biologie; die Fortschritte in der Gentechnik sind fast alle basierend auf der Computertechnik – das die Computer einfach viel mehr leisten können, viel schneller sind. Sicher die Physik spielt auch eine Rolle. Also das Interdisziplinäre ist sehr ausgeprägt in der Biologie und ich finde da sollte man sie auch nutzen, um das zu zeigen.

515 **C:** Ja, das ist doch sehr schön zu hören. Weil gerade bei uns im Sonderforschungsbereich viele Informatiker, Physiker, Mathematiker mit Biologen zusammenkommen und wir schon sagen, oder sie sagen, dass diese neuen Erkenntnisse gekommen sind durch diese Verbindungen gekommen sind, durch diese Perspektiven. Ich glaub, dass Schülern das häufig gar nicht so bewusst ist. Ich wollte nochmal fragen: Wie ist denn das mit Facetten von Forschung, die man im Unterricht häufig vielleicht auch gar nicht so thematisiert, also sollte das auch stärker im Unterricht berücksichtigt werden? Also wie ist so ein per review verfahren bei so schriftlichen, wissenschaftlichen Journals oder so. Sind das solche Sachen, die auch mal im Unterricht thematisiert werden sollen oder ist es vor allem dieses Hypothesen
520 testen, dieses Experiment, dieses immer noch sehr nah an dem, was immer noch stark gemacht wird

oder nach wie vor sehr hohe Priorität hat? Also sollten neue Facetten von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen mehr in den naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden oder ist es jetzt schon so gut wie es ist?

525 **I:** Es ist sicher sinnvoll, einige Dinge aufzufrischen oder zu verändern oder zu erweitern. Der Unterricht ist ja relativ vollgepackt mit einem Lernplan und da immer mehr reinzupacken wird irgendwann dazu führen, dass man entweder zu kurz alles behandelt oder zu wirt wird. Wir arbeiten Hypothesen geleitet und in diesen Themenbereich kann man vielleicht noch etwas hineinpacken oder andere Ansätze hineinsetzen vielleicht. Aber große neue Kapitel einzuführen ist vielleicht etwas zu viel des Guten.

530 **B:** Ich glaube auch, das wäre immer schön. Wir streben danach alles tolle zu machen, was es gibt. Aber letztlich ist der Lehrplan zu voll [2 Sek. Nicht verständlich: sinngemäß: schafft es nicht alles zu machen, was im Lehrplan steht]. Aber vielleicht habe ich deine Frage auch gar nicht ganz verstanden, was du konkret meinst. Vielleicht kannst du es ein bisschen ausführen, so dass ich mir besser vorstellen kann, was ich darauf antworten kann.

535 **C:** Also ich meinte damit so ein bisschen, stärker den Wissenschaftler manchmal in den Fokus zu nehmen und zu sagen wie arbeitet er, inwieweit spielt Ehrlichkeit, Skepsis eine Rolle; dieser Forschungswille, inwieweit sollte man denen nochmal zeigen: was passiert jetzt mit meinen Ergebnissen aus diesen? Das andere Wissenschaftler auf meine Ergebnisse schauen und über meine Paper gucken bis es halt veröffentlicht wird in so einem Journal. Das sind ja Facetten, würde ich sagen, die vielleicht im Unterricht gar nicht so einerseits Platz haben und andererseits thematisiert werden. Das ist ja aber ein
540 großer Teil von Wissenschaft. Sollte sowas einfach auch nochmal mehr thematisiert werden, sollten diese Einblicke auch gegeben werden oder reicht es einfach dieses Grundwerkzeug an Hypothesen geleitetes Arbeiten, dass man das einfach im Unterricht vermittelt?

K: Der kritische Umgang mit Ergebnissen; das halte ich persönlich für sehr, sehr wichtig. Weil es ist ja so in der Schule, da wird ja vorgefiltert. Das ist in Deutschland ja ziemlich gut, weil diese Lehrwerke in
545 der Schule, die wir haben, die sind x-Mal geprüft, in der Regel auch von Wissenschaftlern. Manchmal kommt Pseudowissenschaft rein, aber es ist sehr selten in Deutschland. Und die meisten Sachen vermitteln wir eben als Tatsachen und so und so funktioniert es und aus diesem Grund. Wie man zu den Erkenntnissen gekommen ist, kann man zeitlich auch wieder nicht jedes Mal zeigen und deshalb will ich auch da sagen, wenn es irgendwie geht, insbesondere bei einem Leistungskurs, sollte das exemplarisch auch mal eine Doppelstunde oder so drauf verbracht werden, das den Schülern nahe zu bringen. Und da sind wir wieder bei dem ganzen Prozess: Wie wird neue Erkenntnis gewonnen, wie wird eben auch wieder etwas verworfen, was ich nicht halten kann. Aber ich sage exemplarisch. Ich würde sagen, dass macht man einmal und dann sagt man das: „Die anderen Sachen, die wir euch beibringen, die sind auch so entwickelt wurden, aber im Schulunterricht kriegt ihr das vorgefiltert. Da kriegt ihr nur
555 die Sachen, die schon mal getestet wurden. Die heute als Tatsachen gelten und fertig.“ Wie es dazu kam, das kann man nicht bei jeder Sache machen. Das ist absolut ausgeschlossen.

I: Wobei ich noch hinzufügen würde, schön wäre ein großes Angebot zu haben und aus diesen Angeboten letztendlich auswählen zu können.

Ende der Session

560 **Allgemeines Abschlussgespräch**

C: Wie hat es Ihnen denn gefallen?

I: Also ich fand es schön, auch andere Meinungen zu hören. Ich kam hier relativ unvorbereitet rein und dachte, wir müssen jetzt an Unterrichtsmaterialien basteln. Aber so fand ich es eigentlich ganz nett, dass wir mal über Inhalte sprechen konnten oder Wünsche.

565 **R:** Ich fand man findet verwandte Seelen, die ganz ähnlich denken. Also auch wenn ich mir vielleicht ein paar mehr Antworten gewünscht hätte, aber letztendlich weiß ich auch ganz genau, dass diese Antworten, die ich suche nicht zu kriegen sind, vielleicht auch nicht lösbar. Das weiß ich nicht ganz genau. Da sind ganz alte Dinger, die an den Fachanforderungen, an den Lehrplänen hängen und das hängt immer noch. Das hängt einfach. Gerade über das was wir gerade besprochen haben. Das man
570 so ein bisschen interdisziplinär arbeitet oder denkt, kriegt man mit den vielen Kollegen einfach nicht hin. Die sagen: „Ne, will ich nicht. Mach ich nicht.“ Und schon sitzt man dann da. Also wenn man davon abhängig ist. Finde ich immer blöd und ich sage es auch immer wieder, aber es nützt mir nichts. Also ich komme einfach irgendwie nicht weiter. Ansonsten finde ich es aber sehr anregend. Also das man selber mal wieder so ein bisschen auf Touren kommt über bestimmte Dinge nachzudenken oder von
575 anderen Beispielen zu hören. Das gefällt mir eigentlich immer sehr gut. Das braucht man ja.

C: Ja, sehr schön. Nochmal jemand anders, der kurz reflektieren möchte, wie es war? Dann geht es auch gleich weiter.

L: Also ich fand es auch sehr interessant und spannend. Ich finde es auch immer wieder gut, wenn man mal andere Meinungen hört, andere Ideen und das bringt uns selber wieder ein Stück weiter. Es ist
580 auch interessant, dass andere wieder am gleichen hängen bleiben. Das zu wissen ist gut, obwohl es einem nicht hilft.

C: Ok.

[Organisatorisches]

585 Meinung zu den Schwämmen bzw. was ein Wirt mit seinen Bakterien macht und den NOS Aspekten. Nachbereitung mit Aspekten der Wissenschaftsarbeit

R: Ich würde die Problemstellung klar machen. Erstmal würde ich auf den Begriff Metaorganismus, der wird immer sehr strapaziert, kann man immer so ein bisschen in den Hintergrund stellen. Und ich weiß nicht, kann man das bei Schwämmen überhaupt schon so sagen?

C: Also jeder Organismus ist eigentlich ein Metaorganismus sagt man.

590 **R:** Dann ist es ja banal. Dann kann man es auch weglassen, oder?

B: Ich denke beim Schwamm ist eben leichter, als bei anderen Metaorganismen, weil es von der Struktur nicht so vielfältig ist. Da gibt es so eine Hand von Zelltypen und dann kann man die Interaktion besser untersuchen,

R: Ne, eben nicht. Kann man nicht. Also meine Frau arbeitet da und es ist super schwer. Also tut mir
595 Leid, aber es ist wirklich übel. Die arbeiten da schon so viele Jahre dran und die wissen es eigentlich nicht so richtig, also weil sie auch die ganzen Signalwege nicht verstehen. Also du kannst einen Schwamm durch ein Sieb streichen, das alte Beispiel, die kommen wieder zusammen und können eigen und fremd unterscheiden, aber warum und wie das ist wirklich eine haarige Geschichte. Das ist ganz, ganz schwer. Man denkt das ist irgendwie ganz simpel, aber ist es nicht. Also auch die Untersuchungsmethoden sind sehr schwierig. Du kriegst sie nicht einzeln gehalten die Zellen. Das können sie heute
600 noch nicht und von daher kannst du nicht so viel über die einzelnen Bakterien oder auch nicht über die Zellen Aussagen treffen, über die Cornozyten oder was weiß ich. Die kennt man so aus diesen klassischen Zoologiebüchern, aber über die Funktion – du hast eine Klassifizierung, das ist klar – aber über die Interaktionen der einzelnen Zelltypen, wie die wieder zusammenfinden, das scheint noch nicht so
605 klar zu sein.

I: Aber die Frage ist, ob das notwendig ist, um das den Schülern beizubringen. Die komplexen Zusammenwirkungen aufzuzeigen. Reicht es nicht, da einfache Funktionsunterschiede der Zellen aufzuzeigen und zu sagen: „so ist es, aber man weiß noch nicht wie“.

610 **R:** Ja, aber wenn man diesen Metaorganismus immer strapaziert, muss man auch wissen was er sein soll oder nicht? Oder?

C: Also die Idee dahinter war auch einfach zu zeigen, was bisher noch nicht alles bewusst ist. Also Lara Schmidtman ist eine Doktorandin mit der ich viel zusammenarbeite und Fazit ihrer Doktorarbeit ist, dass alles, was sie sich vorgenommen hat, eigentlich nicht geklappt hat. Viele Sachen einfach beim Schwamm einfach nicht gut funktioniert haben und eben auch viele Misserfolge und kleine Erfolge gefeiert hat und ich dachte, vielleicht kann man auch so mal Schülern exemplarisch zeigen, wie es laufen kann und das man aber trotzdem sehr vehement und engagiert bei der Sache sein kann, auch wenn man viele kleine Misserfolge feiert.

R: Also mit solchen Negativbeispielen kriegst du sie dann aber vielleicht nicht gegriffen. Das könnte schwierig werden dann.

620 **C:** Eher nicht, okay.

R: „Alles ist schwierig“, das kann man auch so sagen.

C: Dann muss ich nochmal überlegen.

625 **B:** Aber ich hoffe doch sehr, dass Frau Schmidtman jetzt irgendwelche Ergebnisse hat. Sie wird doch jetzt nicht nur rausbekommen haben, dass alles schwierig ist. Da kann man doch von ausgehen, dass es einige Dinge gibt, die auch erkannt wurden und Fragestellungen, die mindestens zu einer weiteren Fragestellung geführt haben.

630 **L:** Also ich finde es wichtig, auch zu sagen, dass man eine Idee hat und nicht zum Ziel gekommen ist, aber dann müsste auch kommen: „Aus dieser Forschung heraus ist eine neue Fragestellung entstanden, die dann aber auch zum Ziel geführt hat und beantwortet werden konnte.“ Also wenn ich das im Zusammenhang habe, dann finde ich es gut. Ich denke auch für eine Seite ist es wichtig. Denn jeder, der in die Forschung geht, muss mit Tiefschlägen rechnen. Das ist so. Und irgendwo das auch reinbringen und dann aus diesem sogenannten „Misserfolg“ kann aber eine neue Fragestellung und ein neues Sprungbrett entstehen. Das wäre übrigens auch was für die Schule, denn in der geht es einem gleich. Wenn man da mal einen Misserfolg hat, muss man da ja auch wieder nach oben kommen und weiter-

635 machen.

C: Ok, super. Dann habe ich ja viele Anregungen bekommen wie ich das mache.

(Ende des Interviews)

Interview mit Lehrkräften – Teil 2 – Transkript

C: Leitung

A: Unterstützung der Leitung

LuL: 1, 2, 3

Transkribiert wurden die Arbeitsphasen und Gespräche dazwischen. Der Chat wurde an passender Stelle eingefügt. Nachrichten aus dem Chat sind kursiv.

C: Einleitung und Erklärung der Aufgabenstellung: Und da interessiert mich natürlich die Meinung von euch. Als Leute, die einfach schon in der Schulpraxis sind und da einfach auch sagen, was ist interessant, was gibt es da und was gibt es da vielleicht auch noch nicht. Und eure Aufgabenstellung ist dabei: Welche Botschaften zum Thema Bakterien-Wirt-Beziehungen sind aus ihrer Sicht wichtig an die Schüler*innen zu vermitteln? Haben sie erste Ideen, wie man dieses im Unterricht einbinden könnte? (Vorlesen der drei Zitate, dabei meldet sich 1 mit Handzeichen). Einfach direkt mal 1.

1: Okay, ja alles gut. Ich habe gedacht, ich mache das einfach mal so. So als System aus dem eigenen Unterricht.

C: [Das] habe ich schon gemerkt. Big Blue Button ist super. Da I-Surf schon bei ganz vielen bekannt ist.

10 **1:** {Also zu den Botschaften zur Vermittlung von Bakterien-Wirt-Beziehungen im Unterricht und den ersten Ideen zur Umsetzung fällt mir Folgendes ein:} Ich habe gerade selbst irgendwie als ich Bakterien-Wirt-Beziehungen gelesen hatte so ein bisschen überlegt habe und dann gedacht, naja, eigentlich denkt man ja an Parasit-Wirt-Beziehungen, also das war so mein erster Gedanke und das wäre ja zum Beispiel bei Krankheiten der Fall. Aber ich hatte auch irgendwann bei euch, war das nicht auch ein Text
15 den sie geschickt haben, gelesen dass ja die meisten Bakterien eher gut für uns sind und das es nur ein paar Hundert oder sowas sind, die tatsächlich schlecht sind. Und das fand ich tatsächlich auch ganz interessant, weil das was man so allgemein über Bakterien hört, ist immer: Wir müssen sie alle töten! So gefühlt. Und man muss immer alles steril haben und und und. Und genau diesen, also jetzt gerade vielleicht durch Corona, wo man ja auch die ganze Zeit mit Hygiene und so weiter zu tun hat, wäre das
20 nochmal spannend klar zu machen: Wir brauchen Bakterien und das die auch tatsächlich viele positive Effekte haben. Die Zitate, die hier so genannt sind, gehen ja genauso in die Richtung und ich kann mir vorstellen, dass genau das mal so ein Blickwinkel wäre, der auch wirklich mal für die Schüler nötig wäre und auch spannend. (14:55-15:17)

25 **2:** Ja, ich finde eigentlich lassen sich alle Aussagen miteinander verbinden. Und wo ich jetzt konkret in der Unterrichtspraxis schon häufig darüber nachgedacht habe, was mir jetzt gerade einfällt ist, dass das jetzt so ein Thema wäre, jetzt auch durch die Corona-Pandemie, vielleicht auch nochmal das was 1 gesagt hat [Zum Teil unverständlich, deswegen Satz entfernt]. Früher haben wir das ja in der Oberstufe Zytologie genannt. Jetzt kommt es immer auf die Fachcurricula an, wie es da jetzt gerade letztendlich auch ist. Aber das ist ja meistens am Anfang der Oberstufe, irgendwie [das] Thema Stoffwechsel [und] Zytologie. Und ich habe das mit meinen Schülerinnen und Schülern oft als sehr langweilig und
30 trocken empfunden. Also so gerade dieser Unterschied Pflanzenzelle [und] Tierzelle. [Das] wird ja häufig genannt und ich glaube das man tatsächlich die Bakterien und Viren, gerade jetzt aktuell viel stärker, viel besser noch in den Vordergrund stellen könnte in der Unterrichtspraxis. Und da eben auch dieses aktuelle Thema ´Mikrobiom´ und Interaktion zwischen den Bakterien und Wirt, in dem Sinne, [dass]
35 wir als Menschen sehr gut aufgreifen könnten. Und das eigentlich viel (betont) stärker in den Vordergrund rücken könnte. Und da gut abweichen könnten von diesem klassischen Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, was irgendwo auch seine Berechtigung hat und spannend ist, aber was meiner Mei-

nung sicherlich irgendwie reduziert werden könnte. Weil es halt doch nicht so den großen Erkenntnis-
gewinn bei den Kids bringt, wie man sich manchmal erhofft. Ich glaube in dem Zusammenhang wäre
40 es eigentlich viel (betont) spannender das Mikrobiom eben nochmal zu thematisieren und nochmal
dann darauf einzugehen, dass eben Bakterien nicht per se was Schlechtes sind, wie es hier genannt
wird in der grünen Sprechblase. Was dann eben auch ein Beispiel für gute Auswirkungen wäre. Also
ich habe das bei meinen Schülerinnen und Schülern zumindest immer gemerkt, dass es für sie viel
45 spannender und greifbarer ist, wenn man es eben am Beispiel des Menschen festmacht und gar nicht
so sehr auf dieses ´auch Parasiten sind irgendwo spannend´. Am interessantesten finde ich immer alles,
was irgendwie mit dem Menschen zu tun hat. Das ist so mein Eindruck zumindest bei den Kursen, die
ich eben unterrichtet habe. (15:53-18:04)

3: Also in die Richtung würde ich auf jeden Fall auch tendieren. Denn ich habe noch so darüber nach-
gedacht, also was bei uns auch immer in der Mittelstufe wichtig wird, ist dieses: Erstmal diese Unter-
50 scheidung zwischen Bakterien und Viren und wie ist das mit den Antibiotika und so. Also ich finde da
machen wir halt Unterricht der wichtig ist, um die Schüler und Schülerinnen selbstständig zu machen.
Weil wenn sie zum Arzt gehen und sie sagen, sie haben irgendwie einen Schnupfen und der Arzt fängt
an, also es soll ja diese Ärzte geben, sagen wir mal, da ballern wir jetzt mal ein Antibiotikum herein.
Und da halt eine informierte Entscheidung zu treffen, nehme ich das jetzt oder nicht, das ist für mich
55 dieser eine wichtige Punkt. Weil ich finde dazu ist Bio immer gut nützlich oder das ist ja jetzt auch
unsere Aufgabe in Schule zu selbstständig, kritisch denkenden Menschen zu erziehen. Und auf der
anderen Seite muss ich auch wirklich sagen dieses Stigma ´Bakterien sind doof und schlecht´ und so-
wieso irgendwie müssen wir die immer loswerden. Auch das ist ein Thema, [dass] bei den Schülern
einfach nicht im Kopf ist. Und diese Vielfalt einfach kennenzulernen und da habe ich jetzt gedacht, an
60 den Menschen angeknüpft, finde ich halt immer spannend dieses Mikrobiom im Darm. Wo irgendwie
ganz viel von geredet wird und ich glaube auch ganz viel geforscht wird und wo man halt den Schülern
auch klar machen kann ´wir wissen das nicht´! Schüler glauben ja immer, dass alles schon so erforscht
ist, das ist alles schon klar und eigentlich gibt es da gar nichts mehr, was wir da noch erforschen müs-
sen. Und ich glaube das ist ein super Beispiel um aufzuzeigen, was wir alles nicht wissen. Da geht es
65 um Ernährung, da geht es um gesundheitliche Aspekte, um Krankheiten. Da kann man wahnsinnig viel
anknüpfen und das fände ich jetzt auch spannend zu thematisieren. (18:08-19:54)

C: Und ich habe nochmal eine Nachfrage, weil ihr das gerade selber aufgeworfen habt. Also dieser
Bezug zum Menschen, das ist schon das, was am ´naheliegendsten´ ist und was man machen sollte
oder ist es manchmal auch ratsam andere Organismen zu nehmen? Ist das vielleicht manchmal auch
70 spannend? Ich weiß nicht so ein Seestern oder halt auch eine Maus oder so zu nehmen? Oder ist es
für Schüler meistens interessanter eurer Meinung nach den Menschen immer als Beispiel zu haben?
(19:56-20:19)

3: {Der Bezug zum Mensch}, also ich glaube es ist naheliegend für die Schüler, also einfach oder sinn-
stiftend, wenn es von ihnen selber ausgeht und wenn sie für ihr persönliches Leben irgendwie was mit
davontragen können. Also meine Erfahrung ist so: Die anderen Lebewesen, gerade so was Haustiere
75 angeht und sowas, das ist so in den unteren Klassen das Thema, was verfährt. Aber die Großen sind
immer an Genetik interessiert. Wenn sie dann wissen, wie es genau aussieht, dann sind sie manchmal
schon eher weniger interessiert. (lachen) Wie kompliziert die Nummer ist, aber was sie selber betrifft
und wo sie selber irgendwie später was mit anfangen können und Entscheidungen treffen können, das
80 ist immer das, was glaube ich auch wichtig für die ist. (20:19-21:04)

2: Ja, dem würde ich auch zustimmen und das ist halt eben auch diese emotionale Komponente, die
da irgendwie mit hereinspielt. Das ist wie gesagt eben auch mit Haustieren, also generell Mensch oder
eben Haustiere, die man kennt, eben Hund, Katze oder eben auch so allgemeine Säugetiere, wie ein
klassisches Beispiel, ein Delfin. Irgendwas was ihnen emotional verbunden ist, das interessiert die Kids
85 immer noch. Aber wenn man da jetzt anfängt irgendwas von der Maus oder der Hydra zu erzählen,

dann sind die häufig so 'Ja gut, toll das ich jetzt weiß, warum hier diese Hydra dieses Mikrobiom hat, aber was geht mich das eigentlich an, wenn ich nicht in der Hydra forschen möchte.' Also ich würde jetzt eigentlich eher mal davon ausgehen, vom Menschen erstmal stellen und dann kann man aber eben sich durchaus auch mal andere Organismen anschauen zum Beispiel auch als Vergleich. Wie ist das bei anderen? Oder eben auch um so einen klassischen Modellorganismus zu thematisieren. Wenn es da so um naturwissenschaftliche Arbeitsweisen geht. Aber um die erstmal überhaupt für das Thema zu interessieren, habe ich es auch immer so empfunden wie 3. Das ist eben genau das, dass das Interesse größer ist, wenn es um den Menschen an sich geht. (21:06-22:21)

90
95
100
105
110
1: Ja, ich würde mich da auch anschließen. Also mein Eindruck ist auch, wenn sie einen ganz klaren Alltagsbezug dazu haben, dann ist das auch für die Schüler wesentlich leichter, dass Wissen ja erstmal aufzunehmen und dann damit auch zu arbeiten. Und dann kommen für gewöhnlich, also so kenne ich das von meinen Gruppen, dann tatsächlich auch mal weiterführende Fragen. Wenn das so Themen sind, wo man so sagt, okay da ist zwar unglaublich spannend und so weiter, die ich auch manchmal mehr spannender finde als meine Schüler, da merke ich das dann. Da gibt es dann vielleicht so ein oder zwei [Schüler], wo man denen dann anmerkt, da ist der Funke dann übergesprungen. Aber so richtig wo ich sagen würde, da erreiche ich die meisten: Das sind dann immer die Beispiele, wo sie ganz klar merken: 'Das betrifft mich an dem und dem Punkt, im Alltag oder in Zukunft oder (zweimal wiederholt)'. Aber sie müssen irgendwie wissen, ist so mein Eindruck, wo diese Informationen für sie wieder wichtig werden. Das man da auch sagt, 'okay am Beispiel Mensch und gerade [am Beispiel] Mikrobiom'. Das dachte ich gerade auch, als L2 das gerade vorher sagte. Auch total spannend. Habe ich auch tatsächlich schon mal mit meinen Schülern im Rahmen von Ernährung darüber geredet gehabt, das war aber eine 8. Klasse. Weil da auch die Idee kam: 'Warum klappt denn das eine für den und für die anderen nicht'. Und wir da mal kurz ins Spekulieren kamen und da habe ich dann aber auch gemerkt: Da war das Interesse dann da. Ganz intuitiv dann oder automatisch ohne dass man sich groß angestrengt hat. Das was man nicht vorbereitet hatte, das fanden die Schüler am spannendsten. (22:22-24:09)

115
C: Ja, ich möchte mit euch nochmal auf einen anderen Punkt eingehen und zwar wenn wir jetzt gerade, auch beim dritten Beispiel so auf gute Auswirkungen eingehen. Habt ihr da so Beispiele, was ihr da so im Unterricht macht. Um einfach mal Bakterien zu zeigen oder Unterrichtsthemen durchzunehmen. Sei es theoretisch oder praktisch mal? (24:10-24:34)

120
3: {Beim dritten Beispiel von guten Auswirkungen zu Bakterien im Unterricht}, also ich weiß jetzt nicht, wie weit gute Bakterien jetzt so gefasst ist, aber zum Beispiel als wir über Penicillin [geredet haben]. War das nicht irgendwas mit den Hefebakterium, was der Fleming dann dort [entdeckt hat]? Also als ihm die letzte Idee dazu kam, ist ihm dann dort doch angeblich dieser Nasentropfen heruntergefallen und ist das nicht irgendein Bakterium, was dort dagegen wirkt oder so? (24:39-25:17)

C: Ja. (25:17)

125
3: Also das das Penicillin dagegen wirkt. Also beinhaltet und herstellt? Das ist zum Beispiel ein Beispiel für [eine] gute Auswirkung von Bakterien, die mir einfällt. Oder auch sowas Klassisches wie zum Beispiel Hefen. Die kann man zum Beispiel in sowas wie Backprozessen nutzen. Je nachdem wie weit man gute Auswirkungen fassen will. Aber das ist natürlich auch irgendwo was, wo wir den industriellen Nutzen der Bioindustrie haben. Das habe ich schon mal thematisiert oder eben an irgendwelchen Waschungsverfahren für die Jeansherstellung. Wo Bakterien wirklich nützlich sind für den Menschen. Das ist jetzt was, was mir spontan einfällt. (25:17-25:52)

130
2: Und ist das nicht auch, gerade in diesem medizinischen Bereich? Werden Bakterien nicht auch als Vektoren genutzt? Weiß ich jetzt gar nicht. Aber dieser Zusammenhang. Dieser abgefahrene Geschichte wie Bakterien da gerade, wie heißt das jetzt gerade da, *sex pilli*, genetisches Material austeilten und so. Das ist schon abgefahren für die Schüler, wie die Sex haben. 'Sex sells', auch in der Schule. Was

da denn halt abgeht, wenn da nur so ein Stückchen darüber kommt und dann der Rest. Und diese Vermehrungsraten. Wie schnell das halt funktioniert und jetzt allgemein [zum] Bakterium, ich glaube, ich habe da jetzt kein Spezielles im Kopf. Aber es sind dann vielleicht doch auch diese medizinischen Zusammenhänge, wo die Schüler auch in erster Linie gar nicht dran denken, wo das so gebraucht wird. Aber ich weiß nicht, letztes Jahr standen die Viren irgendwie ganz vorne, natürlich. Also da haben wir, wenn Zeit im Unterricht war, [uns] damit beschäftigt. Und Immunbio. Und was macht eigentlich das Immunsystem. Damit. Aber natürlich bakterielle Infektionen gibt es dann ja auch. Aber das ist ja nicht unbedingt [eine] positive Auswirkung. Aber wie ist das denn mit Lebensmitteln und so Probiotika und so einen Kram, kann ich mir vorstellen. Habe ich jetzt nicht unbedingt unterrichtet aber, das anzugucken. Wie ist das denn, sollte ich so einen Joghurt kaufen, wo probiotische Kulturen drin sind? Ist das dann super oder was passiert da eigentlich? Also solche Sachen sind glaube ich spannend anzugucken. (26:00-27:40)

1: Genau, also ich habe auch gerade überlegt. Ich habe glaube ich, muss ich gestehen, die Bakterien meistens immer nur in Zusammenhängen, wo sie halt Schaden anrichten, gehabt. Also Immunbiologie, da hat man eben das Thema gehabt, wie wehrt sich der Körper gegen Bakterien. Da sind sie natürlich auch wieder die Bösewichte. Dann hatten wir Salmonellen beispielsweise, die Vermehrungsrate. Warum den Eiersalat nicht drei Stunden in der Sonne stehen lassen und dann essen. Und in der Genetik hatten wir das auch, das wir dann da zum Beispiel herausfinden, ob ein Bakterium beispielsweise das Gen aufgenommen hat oder nicht. Wo ich dann auch mit den Antibiotikaresistenzen arbeite. Sowas hatten wir dann noch gemacht. Dann ist das ja im Rahmen der Gentechnik. Aber das ist dann trotzdem irgendwie nicht in dem Sinne, dass dieses Bakterium dann für mich im Körper wichtig ist. Ich kann mich selbst [daran] erinnern, dass ich irgendwann mal einen Vortrag zur Ernährung hatte. Wo dann der Arzt, der den Vortrag gehalten hat, dann über Stuhltransplantation redete. Und ich dachte so, oh mein Gott. Wenn ich das jemals in der Schule erzählen sollte oder irgendwo einbauen würde. Ich wüsste, mir würden alle zuhören und es würde jeder noch wissen. Keine Ahnung, kannst du drei Jahre später beim Abi nochmal fragen und wisst ihr noch, jaja, wir haben über Stuhltransplantation geredet. Und das wäre so ein Thema, wo ich gedachte hatte: 'Da habe ich nichts dazu'. Aber weil es da glaube ich um *Morbus Chron* und sowas ging. Diese entzündlichen Darmgeschichten und das man das tatsächlich dadurch heilen kann, weil das Mikrobiom dann an der Stelle dafür verantwortlich ist. Mein Gott, da hätte ich gerne was dazu. Und das zweite war dann auch ein Vortrag, denn wir hier an der Schule hatten, auch von der Uni Kiel. Manchmal haben wir da ja auch über die Unigesellschaft Leute da. Genau, da ging es auch um die Evolution des Menschen und da sagte er: 'Naja, das einzige, wo er sich das vorstellen könnte, das wird wahrscheinlich letztendlich das Mikrobiom sein'. Weil wir das eben nicht so leicht, ich sage mal nach unseren Vorstellungen gestalten können, wie beispielsweise 'es ist kalt, wir ziehen uns eine Jacke über'. So kann ich beispielweise nicht sagen, okay, ich habe dieses und jenes Problem und deswegen nehme ich jetzt dieses Bakterium und dann geht das wieder. So einfach ist es dann ja nicht. Ja, also das waren jetzt so zwei Seiten, die mir so einfallen und die ich gern mal machen würde. (27:45-30:21)

C: Noch nicht, wer weiß. Ja super, danke. Ich muss dazu sagen, ich kann dazu nochmal sagen mit der Stuhltransplantation. Das war auch mal Teil des Darwintages und der gesamte Saal hat geschrien, weil die entsprechenden Bilder auch gezeigt wurden. Und, also ich glaube jeder kann sich noch an den Vortrag erinnern. Also es hat genau diese Wirkung entfaltet. (30:30-30:45)

3: An dem Vortrag {zur Stuhltransplantation beim letzten Darwintag} erinnere ich mich auch noch. Ich wollte gerade noch was einschmeißen. Erstmal ist mir gerade eingefallen, dass das mit dem Penicillin natürlich Quatsch war, weil das ja gegen eine Pilzallergie des Bakteriums wirkte. Aber was mir jetzt gerade noch einfiel, wo 2 das meinte, wo wir im Unterricht schon mal Bakterien thematisiert haben, auch als gute Auswirkung, [was] auch wieder in dieser genetischen Ecke war und zwar bei dieser

180 CRISPR CAS Geschichte. Das ist ja auch was, was in dem Bakterien entdeckt wurde und dann übertragen wurde in der Technologie quasi. Und das ist so ein Punkt gewesen, wo wir auch die Bakterien, deren gute Auswirkungen nochmal thematisiert haben auf dem Menschen, also jetzt nur im sehr kleinen Rahmen. Aber das ist vielleicht nochmal so ein vielfältiges Beispiel, was jetzt nicht unbedingt in die Lebensmittelschiene geht, die wir ja jetzt schon vorhin angesprochen haben. (30:46-31:36)

185 **C:** Ja danke. Und ich habe hier „also wir müssen wegkommen von diesem Stigmata gute vs. schlechte Bakterien. Die meisten Bakterien sind weder gut noch schlecht, sondern neutral.“ Seht ihr das auch so oder habt ihr da irgendwie Erfahrungen damit gemacht mit diesen Stigmata? Dass das Schüler dann manchmal auch haben? (31:40-31:57)

190 **2:** {Zu den Erfahrungen mit Schüler*innen zum Stigmata ´gute vs. schlechte Bakterien´}, naja, wie gesagt: Die Schüler kennen Bakterien glaube ich so aus ihrem alltäglichen Leben, eher als was Negatives. Als was, was man irgendwie abtöten muss. Und, ich weiß nicht, ob den Schüler so bewusst ist, wie vielfältig eigentlich diese Bakterienwelt ist. Diese Zahlen jetzt wieder mit dem Mikrobiom. Also, ich weiß nicht, ich habe jetzt so eine Zahl 2 Kilo im Kopf. Was man so im Körper herumschleppt und an Zellenzahlen mehr als der Körper selber besteht oder so. Das ist ja absolut irre, so an Vergleichen. Aber
195 diese neutrale Idee. Wahrscheinlich kommt es dann darauf an, aus welcher Perspektive man auf das Bakterium guckt. Also wenn man jetzt sagt, okay, das Bakterium richtet Schaden an, aber wenn man es so nutzt, dann vielleicht nicht. Also in der medizinischen Nutzung vielleicht. Das man sagt, hier braucht man es. Aber wie ist das denn mit Insulin zum Beispiel. Sind das nicht auch Bakterien, die irgendwo so geschult werden, dass sie Insulin produzieren oder so. Macht man nicht heute so Insulin?
200 Weiß ich jetzt nicht genau, aber ist auch egal. (32:38)

1: Auch beim Lab zum Beispiel, mikrobielles Lab. Alles was mikrobiell hergestellt wird, müsste das sein.

2: Aber ich merke auch selber, dass wir tatsächlich auch in der Schule, also wenn ich jetzt so an mich selber denke, eher diesen Blick haben, also nicht so dezidiert ´Bakterien sind was Gutes´. Also wir reißen das irgendwie an, aber wir thematisieren das glaube ich, also ich zum Beispiel nicht, thematisiere
205 das nicht so klar. Also diese Aussage habe ich vorher auch noch nicht so gehört, dass die Bakterien neutral sind. Aber finde ich einen spannenden Gedanken.

A: Ich habe dazu eine Frage an euch, vielleicht. Habt ihr eine Idee, vorher das kommt, dass ihr das im Unterricht nicht so behandelt? Also eher die negative Seite habt. Fehlen euch eher Unterrichtsmaterialien oder habt ihr das im Studium vielleicht so gehabt?

210 **2:** {Zum Behandeln der eher negativen Seite von Bakterien und den Erfahrungen aus Unterrichtsmaterialien und dem Studium.} Studium ist ja schon so lange her.

1: Also ich würde mich dem mit anschließen, wenn das gerade passt.

C: Klar.

215 **2:** {Zum Gedanken ´Bakterien sind etwas Gutes´}, also ich habe tatsächlich auch gerade gedacht. Wenn ich so überlege, habe ich genau diese {negative} Vorstellung von Bakterien. Wenn ich daran denke, ist es erstmal, ja dass ich zum Beispiel, ja dass ich an Krankheiten denke oder das ich an vergammelte Lebensmittel oder sowas denke. Oder irgendwas, was man sozusagen eigentlich nicht haben möchte. Und wir haben zum Beispiel auch mal Abklatschplatten gehabt. Also alleine die Art und Weise, wie man damit gearbeitet hat. Das war so. Die werden zugeklebt und auf gar keinen Fall wieder geöffnet.
220 Und ich meine, das ist ja bei Abklatschplatten vernünftig. Man weiß ja auch nicht, was hineingefallen ist. Aber so die Art und Weise, was man so vermittelt ist ja im Grunde: Bakterien sind eine hochgefährliche Biowaffe. So ungefähr. Und das ist, glaube ich, die Idee also auch wie gesagt, wenn ich zum Beispiel Immunsystem mache. Schüler müssen ja im Grunde die Idee im Kopf da hineingekommen, dass Bakterien unser größter Feind sind. Und ich wusste nicht an welcher Stelle man irgendwo mal, also ja

225 auch über Gentechnik meinetwegen. Aber da wird es nicht so dargestellt wie 'hey, das Bakterium, das
können wir nutzen'. Das ist, naja etwas salopp, es ist wie so ein Nutztier. Sondern es ist dann irgendwie
eher: Naja, das ist dann eher: Das ist dann halt. Das wird am Bakterium gemacht. Punkt aus. Das wird
230 sozusagen nicht dem Bakterium angerechnet. Das man es dafür nutzen kann. Sondern es wird eher
keine Ahnung, wie so eine Zutat, wie so ein Messbecher oder sowas [genutzt]. Habe ich so den Ein-
druck. Und das liegt denke ich daran, dass die Themen also wo man das zuerst hat, wie gesagt oder
wenn man in der Uni damit arbeitet, immer einfach immer diesen hohen Hygienestandard schon früh
bei bekommt. Der natürlich auch sinnvoll ist. Aber nicht über die guten Bakterien. Und ich weiß, wir
haben auch schon mal Joghurt hergestellt. Da haben wir ja auch Joghurtkulturen gehabt. Aber da ha-
ben wir nicht geklärt. 'Hey man, das ist natürlich eine gute Leistung des Bakteriums, oder sowas wo
235 wir das brauchen'. Oder wenn wir zum Beispiel Antibiotikum geben, da könnte man danach oder
müsste man danach wieder eine Aufbaukur machen mit vernünftigen Bakterien, die den Darm wieder
auf Vordermann bringen. Das wird wenn dann so am Rande erzählt, aber nicht als eigenes Thema.
Während Immunbiologie nun wirklich mal ein eigenes Thema ist. Und wenn wir Ernährung machen,
wie gesamt kommt es eher am Rande vor.

240 **2:** Ich habe gerade nochmal so gedacht. Bakterien, also wenn ich sie so. Also vielleicht eher so symbi-
otische Beziehungen. Also in Lebewesen. Also, weiß ich nicht, im Kuhmagen oder in unserem Magen.
Dass da Bakterien notwendig sind, damit wir bestimmte Dinge. Also auch wieder beim Menschen, bei
der Verdauung das diese Bakterien notwendig sind, um bestimmte Produkte überhaupt abbauen zu
245 können oder irgendwelche Vitamine herstellen zu können. Aber auch nicht so dezidiert und hervorge-
hoben, aber das kommt so am Rande mit rüber als die positive Wirkung. Aber das könnte man natürlich
nochmal verstärken und woran das liegt, ich weiß es nicht. Ich habe gerade nochmal an mein Studium
gedacht. Also meine Mikrobiovorlesung, die war einfach nur furchtbar. Also man hat 50.000 Bakterien-
arten vorgestellt bekommen und musste dann wild auswendig lernen, ankreuzen damit man ins Prak-
tikum kommt und beim Praktikum war es dann. Ja, wie 1 eben sagte: Die Abklatschplatten eben zukle-
250 ben, ja nicht wieder aufmachen und dann zählen. Kolonien zählen und bestimmen. Aber ich glaube,
das ist halt wild mit Schülern zu machen. Da fehlt uns in den meisten Fällen die Zeit und auch das
Equipment an der Schule. Aber da fehlt es tatsächlich an Material. Würde ich auch sagen. (...-38:12)

C: Ja, das nehme ich doch gerne mit. Ja, vielen Dank für eure Hilfe. Ich habe noch eine letzte Frage und
dann gehen wir über in die zweite Arbeitsphase. Wenn das für alle in Ordnung ist. Und zwar ich noch
255 einmal auf das erste Zitat, auf das erste Statement kommen. Und zwar geht es da um diese Verbindung
und da haben die Wissenschaftler gesagt, das könnte man als romantische Beziehung, also sehr positiv
dargestellt, [bezeichnen]. Seht ihr das auch so? Würdet ihr das auch so vermitteln wollen für Schüler?
(38:13-38:44)

1: {Bezogen auf die romantische Beziehung beim ersten Zitat}, also wenn man eine Beziehung hat, die
260 man als Symbiose bezeichnen würde, dann ja. So grundsätzlich, ich weiß jetzt nicht, ob ich das als
Liebesbeziehung bezeichnen würde. Aber dass das eine Symbiose ist, denke ich, kann man ganz klar in
den Vordergrund rücken. Also es gibt ja noch im englischen die Unterscheidung in *mutualism and...* ich
weiß jetzt gar nicht, wie das andere heißt. Und noch Allianzen und so weiter. Also es ist wirklich eine
lebenswichtige Symbiose ist. Ich glaube, dass könnte man auch nochmal hervorheben. Das wir schlicht
265 und ergreifend ganz, ganz große Probleme hätten. Kann man ja letztendlich an sich selbst beobachten,
wenn man Antibiotikum nehmen müsste. Also das man da selbst ganz, ganz große Probleme kriegt,
dass glaube ich schon. Ich weiß zum Beispiel, also wenn das war mir, ich weiß jetzt gar nicht in welchen
Kontext ich das hatte, aber zum Beispiel das Babys, wenn sie mit Kaiserschnitt geboren werden, dann
danach nochmal mit dem Vaginalsekret der Mutter eingeschmiert werden, weil sie den normaler-
270 weise bei der Geburt aufnehmen würden. Und dadurch ihre erste Bakterienbesiedlung im Darm be-
kommen. Und durch den Kaiserschnitt fehlt das ja. Das heißt, die müssen dann tatsächlich nochmal
quasi nachträglich eingeschmiert werden. Damit sie diese Darmbesiedlung haben. Das finde ich zeigt

275 schon eigentlich wie wichtig die sind. Und ja, wir könnten jetzt schon fast sagen, ist schon fast mehr als eine Liebesbeziehung, weil wenn eine Liebesbeziehung zu Ende geht, das ist zwar auch nicht schön aber ich sterbe für gewöhnlich nicht daran. Wenn mir Bakterien fehlen, dann sterbe ich daran, weil ich meine Nahrung nicht aufschlüsseln kann, also ähm. Man könnte es denke ich sogar die Schüler selber diskutieren lassen. Wenn man das Thema zuerst hat, dann könnte man genau diese Frage stellen. (40:34-...)

280 **2:** Und ich finde gerade halt auch bei dem Begriff ´romantische Beziehung´ ist ja immer die Frage, wer braucht wen. Also die Bakterien in der Vaginalschleimhaut werden wahrscheinlich auch noch überleben, wenn sie das Baby nicht eingerieben haben. Also da ist es dann ja eine einseitige Beziehung, aber das regt natürlich dazu an darüber zu diskutieren. Das stimmt schon und das zu bewerten. Und das ist ja immer, diese Bewertungskontexte sind ja immer gesucht im Biunterricht. Weil das ja das spannende ist darüber nachzudenken. Oder so Dilemma-Situationen zu diskutieren einfach. Die gibt es mit
285 Bakterien sicherlich auch. Also Antibiotika nehme ich es oder nicht. Ist ja auch irgendwie ein Dilemma. Wenn ich irgendwie jetzt schnell wieder auf dem Damm kommen kann, wenn ich das jetzt nehme, aber dafür zerschottere ich mir jetzt dafür einmal meine Darmflora oder nehme ich es nicht und nehme mir dafür halt ein wenig länger Zeit um wieder gesund zu werden. Was ja oft vielleicht auch funktioniert. Dann ist es ja eine Dilemma-Situation.

290 **3:** Hört man mich nicht oder rauscht es jetzt gerade zu sehr?

C: Beides.

3: Beides, okay. Na gut. Ich finde die Bezeichnung ´romantische Beziehung´ auch ein bisschen schwierig, aber gut (unverständlich), aber schwierig weil ... Klingt als wenn sich beide Partner aktiv um irgendetwas kümmern würden, wie du sagtest, und das ist ja jetzt nicht unbedingt der Fall und es ist ja auch
295 immer schwierig, weil wir ja über diese evolutive Anpassung sprechen und da jetzt so eine aktive Komponente mit hineinzubringen. Ja, von Seiten der Menschen aus kann man vielleicht schon so davon sprechen. Wenn man zum Beispiel die Probiotika einnimmt. Das man sich irgendwie um sein Körper kümmert in Anführungszeichen. Aber genau, wie du schon sagtest, die Bakterien ist jetzt nicht so, dass die gezielt hier irgendwas machen damit es uns Menschen besser geht, denn sie leben halt einfach in
300 unserem Darm oder auf unserer Haut, was sich auch immer sich gerade für sie anbietet oder .. was auch immer. Aber es ist jetzt nicht eine gezielte Interaktion mit der Beziehung. Deswegen würde ich das jetzt eher kritisch sehen mit der romantischen Beziehung. (42:47)

C: Okay, danke für euren Input. Ich würde jetzt einfach mal übergehen in die zweite Arbeitsphase, wenn das in Ordnung ist. Ich habe auf jeden Fall viel mitgenommen. Oder braucht jemand eine Pause
305 oder ist es für alle in Ordnung, wenn wir direkt weitermachen? Okay, ich habe hier nochmal genau *Padlet*, das hatte Annika jetzt übernommen. Und ich habe das gleiche auch nochmal gemacht mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen. Und da kamen eben auch ganz spannende Ergebnisse heraus. Und zwar hat eine/ein Wissenschaftler*in gesagt („Vorlesen des ersten Zitates“). Dann hat ein Wissenschaftler gesagt („Vorlesen des zweiten Zitates“). Und das dritte ist: („Vorlesen des dritten Zitates“). Und da würden mich eure Meinungen da gerne mal dazu interessieren. Wie geht ihr damit um
310 oder welche Erfahrungen habt ihr im Schulkontext?

2: Also ich finde dieses letzte Zitat. Also das ist das, was mir am ehesten. Als erstes so, was ich am spannendsten finde, weil genau das finde ich nämlich auch. Dass das bei den Schülerinnen und Schülern nicht klar ist. Also, weil wir das als Lehrkräfte auch nicht gern klar machen. Also ich gehe jetzt mal
315 davon aus, so der gemeine Lehrer, glaubt oder oft, ich habe ganz viel studiert, ich habe ganz viel gelernt, jetzt bin ich fertig und jetzt bringe ich das den Schülerinnen und Schülern bei. Und diese Idee und diese Haltung, also ich erfahre das in dem Schulkontext, in dem ich selber arbeite und es ist so schwierig da herauszukommen. Weil natürlich und ich kann das auch verstehen. Schule ist einfach eine wahnsinnig stressige Geschichte. Also man rauscht da herein, hat 50.000 Sachen am Tag zu tun und

320 rauscht da wieder heraus. Und hat vielleicht noch Familie und vielleicht noch ein Hobby, wenn es hoch-
kommt. Und hat vielleicht auch noch einen Weg von der Schule bis nach Hause. Das ist einfach viel
Zeit, die man da investiert. Aber letztendlich das wir da eigentlich hinbringen könnten, noch viel mehr,
ist das. Wir erzählen immer dass wir fürs Leben lernen, aber ich glaube wir müssten es vielmehr leben
mit den Schülern. Damit sie es erkennen. Weil das ist nämlich was, was den Schülern nicht klar ist. Die
325 denken immer: 'In der Wissenschaft, was forschen die denn da eigentlich noch? Wir wissen doch schon
alles'. Und das ist, also ich versuche das mehr und mehr in meinem Unterricht anzubinden. Wenn die
Schüler halt, also die müssen das ja auch aushalten: 'Was es gibt jetzt keine richtige Lösung? Das ist
jetzt aber komisch. Was ist denn jetzt richtig. Ja, weiß ich nicht. Keine Ahnung, wir können ja jetzt
spekulieren.' - Das ist total komisch für Schülerinnen und Schüler. Die werden da besser, aber das kann
330 man... Würde ich immer noch sehr in den Vordergrund stellen wollen. Gerade in den Naturwissen-
schaften. (45:58)

3: Ja, ich glaube auch diese Frustrationstoleranz, die man irgendwie haben muss. Also wenn ich über
die.., die in den Schulbüchern dargestellt wird. Aber wie es eben auch wegen der Wissenschaftskom-
munikation dargestellt wird, dann ist es glaube ich immer noch nach wie vor ein verzerrtes Bild was da
irgendwie übermittelt wird an die Schülerinnen und Schüler. Wie so eine naturwissenschaftliche Ar-
beitsweise aussieht von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Also es ist, meine Meinung ist
335 oder mein Eindruck ist, dass es immer noch wie so eine Art von Einzelarbeit präsentiert wird, die halt
eine Person geleistet hat, um zu dem Ergebnis zu kommen. Was dann irgendwie vielleicht auch bahn-
brechend ist, aber es ist in der Realität nie eine Einzelarbeit, das zeigt ja auch dieses erste Zitat „wir
arbeiten vor allem viel interdisziplinär und international.“ Ja, aber gerade bei den großen Errungen-
schaften, die in der Schule dargestellt werden. Sei es jetzt Darwin, sei es jetzt, ich weiß nicht, Mendel
mit seiner Genetik. Sei es jetzt irgendwie, ach keine Ahnung, was mir jetzt noch als Beispiel einfällt.
Das ist jetzt immer so eine Einzelperson oder maximal mal so ein Doppel wie Watson und Crick, die da
irgendwie als die Großen dargestellt werden. Die irgendwie zu diesem Ergebnis gekommen sind. Aber
340 es ist halt ein Prozess, wo man mit vielen Menschen auch kommunikativ arbeiten muss. Das ist glaube
ich noch nicht so ganz klar. Und was denen irgendwie auch nicht klar ist. Dass das eben nichts ist, was
da eben immer nur im Labor stattfindet. Sondern das da eben auch viel Denkarbeit dahintersteckt und
auch viel Arbeit am Computer. Das wird immer noch glaube ich nicht deutlich genug für die, also da
werden glaube ich also häufig falsche Erwartungen geweckt. Und wie du auch schon gerade sagtest,
345 es werden halt nie Irrwege publiziert. Also es immer so, wie in der grünen Sprechblase hier 'es ist eine
Reise mit großartigen Erfahrungen, mit Hindernissen, aber am Ende kommt doch was dabei heraus.'
Das ist der Weg, der präsentiert wird, aber manchmal kommt am Ende ja gar nichts dabei heraus.
Manchmal hat man ein Hindernis und dann war es das direkt. Dann ist das Experiment fehlgeschlagen.
Das sind die Geschichten, die nie erzählt werden. Und die man aber erzählen sollte, weil es ist halt
350 (unverständlich), wenn man naturwissenschaftlich arbeitet. (46:00-48:13)

1: Also ich hab tatsächlich gerade gedacht. Ich habe das ja in beiden Fächern so ein bisschen drin. Ich
habe das in Philosophie gerade jetzt gemacht. Wir haben da Wissenschaftstheorie gemacht und da
haben wir auch darüber gesprochen, also das zum Beispiel ja, also den Paradigmenwechsel nach Kuhn
und so weiter, der ja im Grunde ja auch aufzeigt, Wissenschaftler haben ein bestimmtes Denkmuster
360 nach dem sie vorgehen und da erstmal rauszukommen, wenn zum Beispiel etwas nicht passt und nach
neuen Lösungen zu finden ist nicht so einfach. Und ich habe meinen Schülern dann auch, also Kuhn
hatte dann auch mal mehr oder weniger dann gesagt: Richtige Neuerungen gibt es eigentlich erst dann,
wenn alle Vertreter des alten Paradigmas tot sind. Und da habe ich auch zu meinen Schülern gesagt:
„Ja, also macht euch klar. Ihr seid noch nicht so verblendet wie von irgendwelchen Paradigmen ist es....
365 Ihr seid quasi unsere nächste Chance für die Probleme, die wir heute nicht lösen können, weil wir
einfach nicht darauf kommen.“ Und das ist tatsächlich auch so, also wo ich fast denke, da habe ich es
fast mehr in Philosophie als in Bio drin. In Bio weiß ich aber zum Beispiel wenn wir Epigenetik haben,
da ist ja auch noch ganz vieles nicht klar, wie es funktioniert. Oder auch zum Beispiel wenn wir jetzt

370 ganz einfach Proteinbiosynthese haben und dann bei den Eukaryoten ja die Introns. Wo dann, wenn
man sich überlegt, dass es rund 90% beim Menschen sind Introns, von denen wir zum Teil nicht genau
wissen, was sie immer alle machen. Also zum Teil dann durch Spleisen dann auch wieder irgendwie
mit reinkommen. Das heißt, es sind nicht alles komplett nutzlose Sachen, aber es gibt einen ganzen
Teil von unserem genetischen Material so wie da, wo wir es einfach nicht wissen. Und das sind dann
auch wieder so Sachen, wo ich sagen würde: So ein bisschen kommt es rein, aber diese Lust selbständig
375 zu arbeiten und forschen. Die ist meiner Meinung nach in der Schule eher, die wird abgetötet. Weil, ja
vielleicht zum einen weil eben diese Erfahrung gemacht wird, wenn ich einen Fehler mache, ist es
meistens dramatisch für mich, ich weiß nicht mehr genau was ich vorhin gesagt hatte, ich glaube 2
hatte es gesagt. Also wenn ich scheitere, dann ist es normalerweise, dann ist mein Leben an der Stelle
zu Ende und es ist dann dramatisch. Und es ist nicht so dass ich sage: „Naja gut, dann probiere ist es
380 jetzt nochmal anders und so weiter.“ Und ich hatte jetzt gerade die Fortbildung vom ... zu angewandten
Naturwissenschaften gemacht und das ist zum Beispiel auch, also der..., der das macht, ich weiss nicht
ob das irgendeiner von euch auch schon mal mitgemacht hat, kann ich sehr empfehlen. Der macht das
echt toll. Der sagte immer, wenn wir dann irgendwas ausprobieren wollten und wir dann fragten, geht
das dann auch, ja probiere es das doch aus! So damit ist vorprogrammiert, dass man irgendwo mal
385 scheitern wird, weil man es halt ausprobiert und weil man nicht genau weiß, was passiert denn jetzt,
wenn ich meinetwegen den Schritt überspringe, weil ich eine Idee habe, wie ich es einfacher machen
kann. Aber das wäre im Grunde da vor die Schüler mal ins Forschen dran kämen und dann auch fest-
stellen würden: Okay, so ist es tatsächlich und so funktioniert es letztendlich vielleicht mit etwas. Na-
türlich mit besserer Technik und mehr Wissen und so weiter. Aber im Endeffekt so dieses ´ich probiere
390 es jetzt mal aus, weil ich habe keine andere Wahl um zu wissen, ob es funktioniert.´ Dass das letztend-
lich an der Uni dann wichtig wird. Und wie gesagt, da fällt mir aber auch, da sind die Schüler irgendwie
überhaupt nicht rege. Ich fand die Fortbildung super, genau weil sie das so hatte. Aber die Schüler
waren immer so „Äh, können sie uns nicht einfach sagen, wie die Lösung ist?“ Und man denkt dann
immer so, oh Mann, du hast jetzt gerade die Möglichkeit, probiere es doch aus. Lass dich doch über-
395 raschen, das ist doch spannend. (Stöhnen). Also genau das Gegenteil von dem, was ist so gedacht
hatte. Aber das ist wirklich, ich glaube weil sie es wirklich nicht gewohnt sind. Weil wir es so wenig von
ihnen fördern. (48:13-51:51)

2: Ich glaube auch, das ist ein Problem Schule. Also Schule funktioniert halt hier nicht so. Schule funk-
tioniert ja immer noch so: Da vorne steht jemand und der weiß, wie es läuft und von dem kommt die
400 richtige Antwort. Und auf die muss ich warten. Wenn es gut läuft, dann hilft er mir da hinzukommen.
Und dann bin ich auch bereit das zu tun, aber wenn es schwierig wird, die Person da vorne, die muss
mir doch sagen, wie es ist. Also ich erlebe das auch, ich habe heute in Klasse 7 haben die so ein bisschen
Zeit, die wir frei einplanen können. Die nicht so fachcurriculär gebunden ist. Weil wir das zusätzlich
unterrichten und da habe ich Experimente machen lassen zur Isolationswirkung von Daunen. Also wir
405 sind irgendwie zu diesem Thema gekommen, das habe ich natürlich irgendwie so forciert, dass wir da
hinkommen. Ich habe ihnen nichts gegeben. Ich habe einfach gesagt „hier, ich habe Daunen: Hier ist
ein bisschen Bechergläser und was wollt ihr denn jetzt machen.“ Und die haben halt ganz verrückte
Ideen gehabt, das herauszufinden und dann waren die so schnell frustriert. „Können Sie? Und wie
macht man das denn jetzt?“. Und jetzt auch in den Rückmeldungen sollten sie halt so Feedbacks schrei-
410 ben. Da haben sie dann auch gesagt „Ja, wie würden es halt besser finden, wenn man denn mal, wenn
dann gesagt wird wie es richtig ist. Also sonst läuft man ja falsch.“ So und das ist halt im System Schule
glaube ich aber ein Problem. Aber ich meine wenn man dann einige von denen, die freuen sich eben,
dass sie das gemacht haben. Und wenn man halt dann immer wieder diese Reflexionsprozesse macht
und auf die Idee kommt „Okay, was habe ich denn jetzt daraus gelernt. Ich habe doch jetzt aber gelernt,
415 dass das jetzt so nicht funktionieren kann. Also kann ich das jetzt so nicht machen. Oder ich habe viel-
leicht auch gelernt, ich habe vergessen einen Kontrollversuch zu machen. Dann kann ich ja jetzt gar

keine Aussage machen, ob das jetzt warm hält oder nicht. Okay, muss ich halt jetzt nochmal neu denken. Und das ist glaube ich ein langer Weg, die da hinzubringen. (51:52-53:53)

C: 3 hast du auch diese Erfahrung gemacht? (53:54)

420 **3:** {Zu den Erfahrungen,} ja, ich hatte mal so einen Wahlpflichtkurs. Wo es einfach genau darum ging, naturwissenschaftliches Arbeiten zu erlernen. Und ich dachte gerade auch so, dass genau das das Problem ist, was du gerade sagtest. Es geht ja gar nicht darum irgendein Experiment nachzumachen oder irgendein Versuch, den sowieso schon irgendwie jeder mal selber gemacht hat und wo man eigentlich weiß, was das richtige Ergebnis ist. Sondern es soll ja eben genau darum gehen, diese eigenen
425 kreativen Ideen zu entwickeln, um Probleme zu lösen um aus Fehlern zu lernen. Und ich glaube man muss denen das vielleicht auch anders verkaufen. Also allgemein diese Idee der Form von irgendwie Wissenschaft oder Naturwissenschaft, wie das funktioniert. Also auch das, was 1 gerade sagte. Das man das halt auch mal, erstmal den Begriff an sich definiert. Was bedeutet das denn eigentlich? Und es geht ja nicht darum, was direkt richtig oder falsch ist. Sondern das der Prozess dorthin eigentlich
430 der ist, der jetzt wichtig ist. (Unverständlich) Ja genau, da ist vielleicht eine falsche Vorstellung in den Köpfen der Schüler da ist, was das eigentlich bedeutet in den Naturwissenschaften. Es bedeutet nicht eine Idee zu haben und dann kann ich sagen, das ist richtig oder falsch. Sondern dieser Weg dahin ist ja eigentlich entscheidend. (53:56-55:13)

2: Ja, und ich glaube wir müssen halt. Also das Problem in Schule ist halt, dass da immer dieser Leistungsdruck. Also wir müssen benoten, wir müssen die bewerten in irgendeiner Form und das ist die Krux an der Sache, weil auch da Schule halt häufig so funktioniert, wir machen so summative Sachen. Also am Ende wird irgendwas abgefragt und ich glaube, also ich versuche jetzt in diesen Kursen mehr dazu hinzukommen so formativ mehr zu machen. Also zu sagen „Okay, ihr macht jetzt hier den ersten Ansatz. Okay, der ist schiefgelaufen. Jetzt ist es eure Aufgabe das zu überarbeiten und ich bewerte
440 genau diesen Prozess.“ Also ich bewerte nicht das Endergebnis, sondern ich bewerte wie ihr da hingekommen seid. Und das ist halt für die Schüler schwer zu verstehen. Aber ich glaube, dass kann der Weg sein wie man ihnen zeigt. Es ist gut Fehler zu machen, weil man aus diesen Fehlern lernen kann. Und es funktioniert halt in Schule nur, wenn man das bewertet und nicht halt das Endergebnis. Und da müssen wir vielleicht hinkommen. (...) Und was mit außerdem noch eingefallen ist, weil der erste Punkt
445 war ja dieses interdisziplinäre. Auch das müssten wir in Schule vielmehr lernen. Also an unserer Schule gibt es den nicht und ich würde mich jetzt auch ein bisschen davor fürchten. Also Biologin, die eine echt schlechte Ausbildung in Chemie während ihres Biologiestudiums hatte, irgendwie Chemie unterrichten zu müssen. Also ich würde mich fachlich sehr unsicher fühlen, aber ich glaube das wenn das gut, dieser Nawi-Unterricht, wenn das gute Lehrkräfte machen, die da gut ausgebildet sind oder gut
450 zusammenarbeiten. Dann kann das, könnten Schüler das schon in der Schule lernen, dass alles miteinander zusammenhängt. (55:16-57:02)

1: Also da kann ich vielleicht auch nochmal ergänzen. Das ist genau das, was wir letztendlich bei uns in der Schule durch diese Fortbildung letztendlich gemacht haben. Wir haben nämlich dann 5 Kollegen Gott sei Dank die Freistellung bekommen, das ist ja auch nicht selbstverständlich. Wir konnten tatsächlich alle fünf damit anfangen und also das Thema war, dass wir letztendlich. Also wir hatten überlegt, wir wollten einen neuen WPK an der Schule oder wir wollten unser WPK-Konzept überarbeiten und weg von den typischen Fächern. Weil wir hatten vorher sag ich jetzt mal sowas wie WPK Bio, WPK Geschichte, WPK WiPo oder sowas, wo dann einfach Themen aus den Fächern vertieft wurden, die sonst im Unterricht nicht gemacht werden konnten. Und wir haben dann letztendlich überlegt, okay
455 eigentlich gibt der WPK vielmehr her und haben das überarbeitet und dann, was wir jetzt gemacht hatten, war das Ziel ´Naturwissenschaften im Alltag´ und dafür passte diese Fortbildung halt wirklich gut. Das heißt im Grund geht es darum, dass wir ganz viel herstellen und dabei ganz viel ausprobieren und das Material ist auch tatsächlich so „Überlege dir zuerst wo das weißt.“ Also typischerweise ist das so aufgebaut „Überlege dir zuerst, was du weißt. Dann informiere dich zum Teil, falls das noch nötig
460

465 ist oder probiere es direkt aus. Oder oder oder. “ Und am Ende kommen dann da halt so Sachen
heraus, wie die Kinder haben Butter hergestellt. Die Kinder haben, also es gibt da so eine Reihe zu
Milchprodukten von Butter hergestellt bis hin zu Joghurt, Käse, also Mozzarella haben wir hergestellt.
Also dann hatten wir was zu Honig gemacht, wo wir dann durch Corona bedingt nicht ganz so viel
470 machen konnten wie wir eigentlich wollten. Also ein Imker oder sowas besuchen ging dann nicht. (...)
Ja, also da haben wir auf jeden Fall ganz vieles gemacht, wo ich gedacht hätte. Also da könnte man es
entsprechend auch schulen, wenn Schüler sich auch ein bisschen darauf einlassen würden. Was sie
eben durch den ganzen anderen Unterricht galube ich nicht ganz so gewohnt sind. Ja aber, achso ge-
nau. Warum ich eben darauf kam, weil wir das als Kollegen zusammen gemacht hatten. Sind wir da
sowieso auch schon im fachlichen Austausch gewesen. Und ich hatte da auch genau diese Sorge. Was
475 mache ich denn da in Chemie? Und wir haben uns dann aber auch darauf geeinigt. Wir bereiten uns
die Sachen gemeinsam vor und egal wer dann am Ende den WPK macht. Wenn was ist, sind wir sozu-
sagen für uns gegenseitig wie so eine Art Nawi-Fachschaft [da]. Also wir unterstützen uns halt gegen-
seitig und haben sogar von der Schulleitung dann das so gehabt, dass dann eine Kollegin bei mir mit
eingeteilt war, die Chemie hatte und die dann eine Stunde dafür gekriegt hat. Ich habe dann drei Stun-
480 den oder ich glaube 2 ½ Stunden, sie hat dann eine ½ Stunde, irgendwie sowas. Also wir haben das
dann etwas aufgeteilt. Und das war zum Beispiel eine Sache, die ganz gut funktioniert hat. Aber das
kann ich ansonsten ganz gut nachvollziehen. Ich traue mich als Biolehrer mit meinem Grundwissen in
Chemie vielleicht nicht daran, wenn ich zum Beispiel das Thema Farben habe und irgendetwas da fär-
ben muss und und und. Das dann irgendwie alles so fachgerecht aufzubereiten wie es halt ein Chemie-
485 lehrer könnte. (1:00:09)

C: Und wie war denn die Rückmeldung von den Schülern? Also kam das gut an bei denen? Haben die,
ja, wie haben die darauf reagiert? (1:00:09-1:00:11)

1: {Zur Rückmeldung der Schüler*innen}, naja, also wie gesagt, die Experimente fanden sie gut, aber
meistens nur wenn sie eine Anleitung bekriegt hatten. Ansonsten kam immer „was muss ich denn jetzt
490 hier machen.“ Und so weiter. Und wie gesagt so dieses „ach können sie nicht einfach sagen, wie es
geht.“ Das kam leider relativ häufig. So wo ich eigentlich, als ich damals die Fortbildung gemacht hatte,
so total begeistert war. Und dachte: Oh, endlich mal eine Fortbildung, die wirklich super thematisch
passt und wo ich ganz viel tolles Material habe und gar nicht mehr viel vorbereiten muss und und und.
Also wirklich wo ich glücklich mit war. Und irgendwie wo ich dann festgestellt habe, die Schüler denken
495 sich nur so „wie jetzt muss ich schon wieder überlegen, wie ich das machen. Ach mann, das geht auch
einfacher. Also es kam einfach nicht so gut an wie gedacht. Aber ich glaube es ist Gewohnheitssache.
Sie sind es einfach nicht gewöhnt. (1:00:12-1:01:07)

3: Ich habe letztens von so einer spannenden Methode gehört. Also das waren irgendwie so Boxen, so
Experimentierboxen und das...damit, dass es keine konkrete Fragestellung gibt, die untersucht werden
500 soll. Sondern die Kinder müssen anhand von Materialien und Hinweisen, die sich in dieser Box befin-
den, erstmal eigenständig eine Fragestellung sich überlegen, die man überhaupt mit diesem Material
untersuchen kann. Und das Material ist dann wohl irgendwie eben auch so zusammengestellt, dass
schon in dieselbe Richtung, aber auch schon unterschiedliche Fragestellungen möglich sind damit. Und
dass man dann eben zum Beispiel (Pause), weiß ich nicht mehr, ich glaube ich kriege das nicht mehr
505 zusammen. Es ging dann zum Beispiel um den Wassertransport bei Pflanzen durch den Stängel oder
so, ich kriege das nicht mehr ganz zusammen. Aber auf jeden Fall, da war dann Material drin und konn-
ten die sich unterschiedlich schwierige Fragestellung diesbezüglich ausdenken und dann eben auch
mit dem Material die Fragestellung untersuchen. Also vielleicht hilft es ja auch, wenn man diesen klas-
sischen Weg so ein bisschen aufspricht und der eben nicht, weil ich glaube auch, dass wenn man da so
510 einer Fragestellung begegnet, dann wollen die halt direkt die Antwort wissen. So wie ihr das gerade
schon gesagt habt. Dann sind die darauf getrimmt: „Es gibt eine richtige Antwort und die muss ich jetzt

herausfinden.“ Der Weg dahin, der fällt dadurch halt eben weg. Aber wenn man eben so anders anfängt. So in der Mitte. So hier ist das Material und ihr müsst euch jetzt eine Fragestellung dazu aussuchen. Dann startet der Weg gleich ganz anders und dann habe ich das vielleicht gar nicht so sehr im Hinterkopf, so dieses „ich muss jetzt diese Frage hier direkt beantworten“. So dann wird die Wichtigkeit der Beantwortung der Frage so ein bisschen herausgenommen, finde ich. Ich weiß nicht mehr wie das hieß, diese Boxen hatten irgendein bestimmten Namen. Habe ich irgendwie vergessen. (1:01:09-1:02:58)

520 **C:** Ja, ist auch ein ganz spannender Ansatz. Ja. (...) Ich wollte gerne nochmal auf einen anderen Aspekt eingehen. Und zwar beim zweiten Zitat wird ja so ein bisschen diese Reise erzählt, dass das wichtig ist und nicht nur immer auf die Ergebnisse fokussieren. Macht ihr das auch schon mal im Unterricht? Also das ihr halt manchmal den Weg dahin fokussiert? Also ich habe noch eine zweite Frage, aber die kommt dann im Anschluss.

525 **1:** Also den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, falls du den jetzt meinst, den mache ich tatsächlich im Unterricht. Den habe ich auch im WPK, haben wir den mit hineingenommen. Und ja, der ist denke ich auch, wenn sie zum Beispiel Protokolle schreiben oder sowas, müssen sie ja zwangsläufig diese einzelnen Schritte mitgehen und ich habe das dann damals zum Beispiel auch über ein Schaubild und so weiter mit denen einmal durchgesprochen. Habe dann trotzdem immer, also mir fiel gerade noch ein, dass passt vielleicht trotzdem noch dazu. Das meine Erfahrung auch war, wenn
530 sie ein Thema haben, was sie anspricht. Also wenn sozusagen das Phänomen, eigentlich der naturwissenschaftliche Weg beginnt ja bei „mir fällt erstmal etwas auf“, ich beobachte was und dann stelle ich mir daraufhin die Frage. Und ich glaube wenn dieser erste Schritt, das ist was die Schüler exakt auf dem Punkt genau trifft. Dann läuft das. Also weil sie dann selbst neugierig anfangen sich die Fragen zu stellen und dann auch irgendwie Lust haben vielleicht oder mehr Lust haben das herauszufinden. Aber
535 das finde ich manchmal gar nicht so einfach, weil so bestimmte Sachen für die, also habe ich das Gefühl relativ weit weg sind und die dann gedanklich, blöd gesagt, eher ein bisschen internetlastig oder pubertätlastig dann sind. Wobei das ja auch nicht heißt, dass sie sich dann für gar nichts anderes interessieren. Aber das merke ich manchmal, also wenn ich wirklich mal, ich sage jetzt mal, dass muss ich dann leider auch gestehen ein (Unverständlich) Treffer ist. Das ich dann weiß oder dass ich dann merke,
540 okay, das ist jetzt wirklich ein Thema, Mensch. Da hatten sie richtig Bock drauf. Dann ist das wesentlich leichter und dann gehen auch die anderen Schritte wesentlich leichter. Dann gehen auch die anderen Schritte leichter. Also dann sind sie auch den Weg der Erkenntnisgewinnung quasi schon fast, gehen sie dann mehr oder weniger schon fast im eigenen Tempo, und eigenwillig, das war jetzt das falsche Wort. Also sie gehen das halt von selbst. Und wenn das Thema nicht so richtig passt, dann habe ich das
545 Gefühl, dann kriegen sie keine zehn Pferde diesen Weg lang. (1:05:48)

2: Also ich glaube im Sinne von Reise, also da fällt mir halt wieder dieses, ich habe dieses im WPU-Kurs mal eine Zeit lang gemacht, als die relativ selbstständig in dieser Science Olympiade gearbeitet haben. Da heb ich halt gesagt nach jeder Woche gab es halt so Reflexionsfragen, also das sie so eine Art Lern-
550 tagebuch schreiben sollten, was ich mir dann anguckt habe. Und das waren halt immer die gleichen Fragen also was habe ich geschafft, welche Probleme sind aufgetreten, was habe ich jetzt dazugelernt irgendwie. Also das ist ja eigentlich, eigentlich wäre es ja ganz spannend. Wenn die Schüler jeden Tag nach Hause gehen und unterwegs denken „Aha, war das jetzt irgendwie sinnvoll, dass ich heute in die Schule war? Bin ich jetzt irgendwie schlauer als heute Morgen? Habe ich irgendwas Spannendes gelernt oder was schwirrt mir im Kopf rum?“ Und das war meine Idee dahinter. Und das halt mal wirklich
555 über einen längeren Zeitraum zu machen, um diesen Prozess, diesen Lernprozess den sie da haben, dass sie sich den angucken, weil das ist ja eigentlich das. Also natürlich auch, was habe ich inhaltlich mitgenommen, aber was ich denn sonst eigentlich alles hier sonst so gelernt nebenbei, was mir vielleicht so gar nicht so auffällt. Und da habe ich halt auch gemerkt, dass die Schüler sich extrem dagegen gewehrt haben. Also die mussten das mal, glaube ich, zwei Monate machen und dann haben sie ein

560 Feedback gegeben zu diesen Lerntagebüchern und sie haben wirklich ganz ganz, sie haben gesagt, wir
können wirklich alles machen hier, aber nie wieder ein Lerntagebuch schreiben. Also das fanden die
ganz furchtbar. Aber ich glaube da müssen wir ran. Und das ist auch was, ich meine das war dann eine
neunte Klasse, das fanden sie da vielleicht schon doof. Wir müssen das halt in den kleinen Klassen
anlegen. Das wir die Prozesse, die wir da fahren nochmal hinterfragen. War das jetzt gut oder nicht.
565 (1:07:38)

C: Ja danke für eure Einschätzung. (1:07:44)

1: Mir fällt gerade noch etwas ein. Ja, wo du das gerade so erzähltest. War so ein spontaner Gedanke.
Das es vielleicht auch die Schüler. Also was ich gerade so überlegt habe, wie es mir so damit geht und
ich auch so gedacht habe. Also ich fand auch ganz oft so Reflexionsaufgaben, fand ich unglaublich öde.
570 Aber auch weil ich immer den Eindruck hatte. Ich brauche es nicht um an der Stelle weiterzukommen,
sondern ich muss es wirklich nur machen weil mein Lehrer oder mein Professor oder Seminarleiter
oder sonst was das eben sehen wollte. Und eigentlich ist es ja so, dass ich wenn ich das mache, Vorteile
bei der Arbeit habe. Weil ich sozusagen nach und nach sehen kann, okay wo hakt es eigentlich gerade,
wo sind meine Fragen. Also ich sortiere mich und eigentlich ist das eine notwendige Arbeit, die ich
575 brauche, damit ich weiß wo ich am nächsten Tag weiterarbeite. Und ich könnte mir, also das war ge-
rade so ein Gedanke, vielleicht ist das was dann sich so ein bisschen für die Schüler beißt, dass sie im
Grunde gar nicht in diese Verlegenheit kommen, dass sie sich selbst diesen Gedanken machen müssen,
weil dann dafür noch zu viel Struktur vom Lehrer vorgegeben wird. Und dann dementsprechend dieses
„ich nehme das dankend an, dass ich mich strukturiere und weiß wie ich mich strukturiere. Dass das
580 dann gar nicht so als Erleichterung, sondern eher als sinnlose Beschäftigungstherapie dann irgendwie
wahrgenommen wird. Um es jetzt ganz radikal auszudrücken. Aber ich weiß genau den Ansatz, also
das wäre total toll. Als du das erzählst hast, dachte ich gerade, das wäre super wenn meine Schüler
nach Hause gehen und sagen würden so „oh Mensch, das habe ich doch heute gelernt, das war doch
cool“ Und das nochmal so ein bisschen sozusagen sacken lassen, aber wahrscheinlich müssen sie das
585 gar nicht. Weil mein Unterricht für gewöhnlich so strukturiert ist, dass er auch weitergeht, wenn sie
theoretisch ein Blackout gehabt haben. Und also klar wäre es dann nicht so einfach als wenn sie es
nicht hätten, Aber also das sie trotzdem wieder hereinkommen. Und ich glaube deswegen, wenn man
sie vielleicht ganz radikal ins kalte Wasser schmeißen würde, dann würden sie solche Methoden viel-
leicht dankender annehmen oder vielleicht auch sinnvoller empfinden. Weil sie dann vielleicht auch
590 merken, ich brauche das jetzt. So ähnlich wenn ich mir jetzt eine to-do Liste schreibe, weil ich nicht
weil ich irgendwie das Gefühl habe: Okay, ich soll mal aufschreiben, was ich alles so pro Tag mache.
Sondern ich schreibe es mir wirklich auf, damit ich es nicht vergesse. Das ist ein Unterschied. (1:07:47-
1:10:13)

C: Okay ja, danke für den Input. Ich möchte als letzte Frage nochmal darauf eingehen: Thematisiert ihr
595 dann auch manchmal Misserfolge oder ist sowas dann auch Teil von ja wenn ihr über wissenschaftliche
Arbeitsweisen redet? Oder wird eigentlich vielmehr über Erfolge darüber geredet? Oder, also dritte
Frage noch, sollte man lieber Misserfolge über die berichten oder wie seht ihr das in diesem Punkt von
Wissenschaft/Wissenschaftler? (1:10:17-1:10:50)

2: Also da habe ich gerade, also ich finde genau diese Misserfolge, das muss eigentlich im Vordergrund
600 stehen. Dass das letztendlich bei dieser einen Person doch zum Erfolg geführt hat. Also ich vergesse
immer den Namen, Katalina., die mit dem m-RNA Impfstoff. Also wenn man deren Lebenslauf anguckt,
dann kann man eben auch schön sehen, dass sie irgendwie an vielen Stellen nicht weitergekommen
ist. Und jetzt da eben mit diesem m-RNA Impfstoffen, jetzt irgendwie zufällig, weil sie irgendwas an-
deres erforscht hat, weil sie eigentlich irgendwo ganz anders hinwollte. Und das jetzt quasi dazu ge-
605 führt, dass wir jetzt hier relativ eruppt und schnell so einen Impfstoff bekommen haben. Da hat eine
Schülerin letztes Schuljahr mal ein Referat darüber gehalten und das fand ich halt so spannend. Das
haben wir dann hinterher auch nochmal beleuchtet und gesagt haben „ach ja, ich glaube das geht ganz

vielen so in der Forschung und in der Wissenschaft. Das sie ganz viel negative Erfahrungen machen, bevor vielleicht irgendwann mal eine positive kommt. Oder vielleicht halt auch nicht. Aber das machen wir nicht...ich glaube das müssten wir auf jeden Fall mehr machen in Schule. (1:10:55-1:12:14)

610 **3:** Ja, also ich kenne das auch nicht so, dass ich das je in der Schule gemacht haben oder jemals mit jemanden gesprochen habe, der das so (unverständlich) gemacht hat. Die klassischen Beispiele sind halt immer die, die funktioniert haben oder halt genau die, die du gerade meintest, wo dann zufällig, also wo dann ein Misserfolg im eigentlichen Sinne war, wo dann zufällig gleich parallel daraus eine
615 andere Entdeckung entstanden ist. So das sind die Beispiele, die man dann auch noch kennt. Aber dieses, wo es dann auch einfach mal ins Nichts verlaufen ist oder die Beispiele, wo man dann halt auch mal sagt, so funktioniert halt leider nicht, dann ist das Projekt dann jetzt beendet. Die werden eigentlich nicht thematisiert, was dann vielleicht auch genau zu dieser Erwartungshaltung gelangt und andererseits führt, dass du immer siehst wie du gescheitert bist aber nur weil es in der Schule immer
620 irgendwie eine richtige Antwort dabei herauskommen muss. Ja, das ist wahrscheinlich auch so. Das ist der Kreislauf, weil sie es auch nie vorgesagt bekommen, gehen sie auch davon aus das da immer was Richtiges dabei herkommen muss. (1:12:11-1:12:59)

1: Ich überlege tatsächlich gerade so {zum Thematisieren von Misserfolgen in der Wissenschaft}. So spontan wüsste ich auch nicht wo ich das so direkt drin habe. Ich habe auch da wieder in Philosophie
625 eher mal den Zugang dazu, weil man dann da über Identität oder sowas spricht oder über Lernen und sowas was ist der Mensch und so. Und da kommt natürlich eher mal das Thema auf. Das man sagt, okay, das gehört zum Menschen dazu und das Scheitern für uns immer irgendwo eine Sache ist, die man meistens schwer akzeptiert. Das habe ich immer in Philosophie, weil es dann da irgendwo auch meistens gut passt. In Biologie, da wo man sagen würde. Okay da kann es nun wirklich an zig Anwen-
630 dungsbeispielen nachvollziehen. Da habe ich es tatsächlich bis jetzt eher ein wenig stiefmütterlich behandelt. (1:13:01:14:04)

Zusatzaufgabe: Konkret zum Unterrichtsmaterial

Zur Vorbereitung:

C: Ja, ok. Vielen Dank, das sind viele Anregungen, die ich hier mitnehme. Ich hab mir selber auch etwas
635 überlegt. Ich hab das hier jetzt sehr offen formuliert und ich möchte da einfach mal eure Meinung hören, bevor wir jetzt zum Ende kommen. Und zwar geht es jetzt um den Darwintag oder vielleicht auch unabhängig vom Darwintag. Das man dann Unterrichtsmaterial hat wo ich dachte: „Wir müssen wegkommen vom idealtypischen Verlauf der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und mehr zu authentischen Einblicken in Prozesse der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.“ Ich hab da jetzt
640 sowas geschrieben: „Wie wird Forschung kommuniziert? Was steckt alles dahinter? Was ist wenn mein Experiment mal nicht klappt? Wie gehe ich mit Misserfolgen um oder wie bin ich vom Misserfolg zum Erfolg gekommen und welche Rolle spielt Kreativität?“ Das sind alles Sachen, die würde ich in einer Vorbereitungsstunde, oder ich bin jetzt schon dabei, das alles zusammenzutragen. Ich hab mir dann Beobachtungsaufträge für den Darwintag überlegt und würde da gerne nochmal eure Meinung zu hö-
645 ren. Das sind einmal diese Sachen. Und zwar, dass Schüler sich einfach mal anschauen und gucken mit wem kommunizieren Wissenschaftler im Rahmen ihrer Arbeit? Welche Methoden werden vorgetragen? Werden Misserfolge angesprochen und wie wird damit umgegangen? Werden Rückbezüge zur Forschung, werden geschichtliche Aspekte genannt und warum wird das gemacht? Und welchen Wert hat die vorgestellte Forschung für die Gesellschaft? Also sind das Aspekte wo ihr glaubt, dass das für
650 die Schüler interessant ist, auch in Bezug auf die Vorbereitungsstunde? Das man mal den Blick und den Aspekt anders lenkt? Das war so meine Idee, weil ich immer das Gefühl hab, dass auch da dieses idealtypische im Vordergrund steht, aber gar nicht das authentische oder reale der Forschungsprozesse. Wie wir heute ja auch schon so ein bisschen angesprochen haben. Was ist so eure Meinung dazu? (1:14:04-1:16:00)

655 **2:** Also cool ist es immer für Schülerinnen und Schüler, wenn Wissenschaftler oder Wissenschaftlerinnen deutlich machen, dass sie ganz normale Menschen sind. Die irgendwie, aus welchen Gründen auch immer Spaß an besonderen Themen haben. Und damit forschen. Und das was schwierig an der Sache ist dieses wann scheitere ich, wie bin ich da wieder herausgekommen aus diesem Loch, was waren, wie halte ich diesen Spannungsbogen, dass ich das immer noch wissen will, wie halte ich den hoch, wenn irgendwie fünf Experimente hintereinander nicht klappen. Und ich total frustriert bin, warum habe ich jetzt nicht hingeschmissen und habe trotzdem weitergemacht. Das ist glaube ich für Schüler und Schülerinnen total spannend. Und auch mit wem Wissenschaftler...und was wir vorhin auch schon mal hatten, dass Wissenschaftlerinnen die jetzt da einen Vortrag halten, dass die nicht alleine sind. Das die mit anderen zusammenarbeiten. Diese beiden Punkte fände ich irgendwie ganz spannend.
665 (1:16:02-1:17:14)

1: Ich habe auch gerade gedacht, so die Frustrationstoleranz, die du da gerade angesprochen hast. Die finde ich auch total wichtig. Weil das in der Schule glaube ich, also ich finde abnimmt. Also das ist mein Eindruck. Das früher, wenn man mal was falsch gemacht, hat man irgendwie oder wenn man mal nicht was auf Anhieb nicht hingekriegt hat, zwar auch sich geärgert hat, aber dann in Grunde gesagt hat „okay nochmal das Ganze“. Während jetzt, und das würde sich ja zum Beispiel auch mit dem, was ich über den WPK erzählt habe, decken. Während das jetzt ganz oft ist „oh, hat nicht geklappt. Okay, können sie mir jetzt sagen wie es geht.“ Oder dann an der Stelle irgendwo die Erwartung ist, okay, dann kommt jetzt aber gleich die Lösung. Also nach dem Motto: Ich gebe mir einmal Mühe und wenn ich Glück habe, klappt es und wenn es nicht, dann gebe ich halt auf, so ungefähr. Das ist glaube ich tatsächlich eine Sache, die für Schüler an ganz vielen Punkten wichtig wäre im Leben. Dass sie Frustrationstoleranz lernen und gerade deswegen hätte ich gesagt, dass da so für mich die Frage, die an erster Linie oder die mir so am wichtigsten erscheinen. Ich erinnere mich letztes Jahr waren die Fragen ja glaube ich ähnlich und da sollten dann die Schüler das ja auch während des Vortrages beantworten. Ich kann mich erinnern, dass dann, die durften ja online auch Fragen stellen. Das waren ja genau diese Fragen ja auch nochmal gestellt wurden an die Wissenschaftler, weil sie die sonst nicht beantworten hätten können. Weil der Wissenschaftler das von sich aus nicht gesagt hat. Ich könnte mir vorstellen, dass ist tatsächlich eine wenn man so möchte, vorlesungsfüllende Frage auch wäre, dass Wissenschaftler sich wirklich einmal vorstellen und sagen, wie gehe ich mit Frustration um oder was war der Tiefpunkt und wie bin ich da herausgekommen. Dass das genau auch Mal im Mittelpunkt steht und nicht so im Rande. Und man stellt dann eigentlich vor, was man geleistet hat. Weil dann ist wieder der Fokus auf dem, was geleistet wurde. Dann wird eigentlich wieder nur so ein bisschen nebenbei geredet, was nicht geklappt hat. Und ich kann mit gerade vorstellen, dass gerade das für die Schüler, selbst die die nicht Wissenschaftler werden wollen, etwas ist was den gut tut auch mal zu hören. (1:17:18-1:19:36)

2: Das mit der Frustration ist ja wahrscheinlich nicht nur in der Wissenschaft so. Stelle ich mir so vor.
690 (1:19:36-1:19:40)

1: Also wie gesagt, schon bei ganz (unverständlich). Ich meine, ich habe irgendwann mal so den Spruch gehört, wo dann ein Kumpel meinte und naja, überlege mal wie sich die Computerspiele gewandelt haben. Früher konntest du nicht zwischenspeichern, das heißt du hast Super Mario angefangen und entweder du hast es bis zum Ende geschafft oder du musstest immer wieder dieses verdammte Spiel von vorne anfangen und du hattest keine Wahl. Und wenn deine Mutter gesagt hat „jetzt gibt es essen“, komm gefälligst her und warst im letzten Level, dann musstest du trotzdem ausschalten und hingehen. Und heute ist es so, du hast eigentlich ständig Spiele, die dir ständig was anbieten, damit du am Ball bleibst und (betont). Und die, die sozusagen schwierig sind, schaffen es im Grunde gar nicht. Das heißt, man merkt das schon in diesem Belohnungssystem. Ich fand das damals total eingängig. Weil mir das total, also das konnte ich gut nachvollziehen, weil ich das selbst noch so kenne, wie man früher das halt so gespielt hat und wenn ich jetzt so sehe, was die da zum Teil heute machen. Das ist ja ihre Freizeitbeschäftigung. Das was sie tagtäglich erleben und sich aussuchen. Die sind das dann im

705 Gründe gewohnt, dass sie in ihrer Freizeit können sie das und in der Arbeit können sie das nicht. In der Arbeit ist wieder alles schwer und so weiter und so fort. Und das ist dann nicht dieses „ich bin gewohnt, dass ich mich da nochmal daransetzen muss und ich bin gewohnt, dass es manchmal auch einfach nicht klappt. Einfach weil es einfach nicht soll an dem Tag, weil wie gesagt Mama zum Essen ruft oder so. Sondern die sind für gewöhnlich gewohnt, dass solche Sachen auf Anhieb klappen. Oder wenn nicht auf Anhieb, dass man zumindest irgendwie Münzen gezahlt und dann geht es weiter. (1:19:40-1:21:14)

2: Ja Geld. (1:21:14)

710 **3:** Ich finde die Fragen richtig cool und auch mal spannend für die Schüler, weil das genau solche Punkte sind über die sie sich vorher wahrscheinlich nie Gedanken gemacht haben. Die einzige Frage, wo ich mir gerade noch Gedanken mache, ist Nummer zwei: „Welche wissenschaftlichen Methoden werden von den vortragenden Wissenschaftlern am Darwintag angesprochen und wieso ausgerechnet diese?“ Da ist mir noch nicht ganz klar, worauf diese Frage hinaus soll und was für Antworten man da erwarten
715 könnte und vor allen Dingen, wenn da sowas kommt wie Laborarbeitsmethoden, aber das sind, glaube ich, eigentlich nicht die Dinge auf die du mit dieser Frage hinaus willst oder? (1:21:14-1:21:54)

C: Ich hab gedacht, dass man da mit den Methoden noch einmal ein bisschen den Bezug hat und wo sie eine Vielfalt dann darstellen, das Forschung ganz unterschiedlich aussehen kann, aber vielleicht ist das auch einfach sehr trivial, im Sinne von „Das kriegen die ja sowieso mit“. Da wollte ich eure Meinung
720 hören. Sind die anderen Fragen vielleicht interessanter, weil sie andere Aspekte sind über die sie nicht nachdenken? (1:21:56-1:22:20)

3: Ja, total. Ich glaube auch, dass diese Frage es dir so ein bisschen raushaut oder wenn es dir eher um die Vielfalt der Methoden geht, dass man das dann vielleicht formuliert: „Welche unterschiedliche Ideen haben die verschiedenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, um ihre Probleme zu lösen?“ oder welche Ansätze hatten sie. Aber ich glaube mit diesen Methoden, wenn man sich da zu
725 sehr fokussiert auf diese Laborsachen, die können sie a) gar nicht unterscheiden, weil sie manchmal gar nicht die Namen von den ganzen Prozessen wissen können und b) ist es glaub ich auch nicht das, was du wissen möchtest. (1:22:21-1:22:52)

C: Also du meinst, sowas wie: „Welche unterschiedlichen Ideen hatten die Wissenschaftler, um die Probleme zu lösen?“ (1:22:52-1:22:58)
730

3: Ja, das ist vielleicht nicht perfekt formuliert, aber so in die Richtung auf jeden Fall. (1:22:58-1:23:03)

C: Ja, super. (1:23:04-1:23:07)

2: Vielleicht geht es ja auch um diese Sache. Weiß ich nicht, wenn ich jetzt irgendwas Daten erheben will, irgendwas experimentell erforschen will. Wie komme ich zum Experiment? Also wie, was muss ich
735 machen um mir, also das ist nämlich auch für Schüler und Schülerinnen schwierig. Die haben eine Frage, die haben auch eine Vermutung, aber dann „wie, was nehme ich denn jetzt?“ Also vom reellen, also dieser Daunenversuch, die da hinzubringen sich ein Modell auszudenken. Was das irgendwie abbildet. Das ist ja ein krasser Weg, den die da gehen müssen. Und das ist glaube ich auch das, wo sie ganz schnell wieder scheitern. Also und wie, also dass die Wissenschaftler vielleicht deutlich machen,
740 dass es halt für ihr Forschungsgebiet noch kein Experiment gegeben hat und dass sie sich das selber ausdenken müssen. Und das sie vielleicht auch merken, dass hat irgendwie keine Ahnung, wie lange dauert denn sowas eigentlich bis zum Experiment gedauert hat. Wen fragt man denn dann, wenn man nicht mehr weiter weiß. Das könnte ich mir spannend vorstellen. (1:23:08-1:24:09)

C: Ja, das ist doch schon mal gut. Ich sehe schon wir sind schon ein bisschen über der Zeit. Das ist jetzt
745 auch die letzte. Ich hab dann gedacht, dass sie die Eindrücke der Vorbereitungsstunde und der Fragen haben und ich möchte dann gerne ein Produkt, dass sie dann haben. Ich dachte an Forschungsbericht, Social Media oder Poster. Wo mir wichtig ist, dass sie nochmal alle Eindrücke in so einer Reflektion

zusammenbringen. Das sie halt Zusammenhänge mehr erschließen und das sie Bestandteile von Forschungsprozessen, wo sie vielleicht vorher nicht dachten, dass das Bestandteil ist, dass sie das durch diese Einheit mehr in Zusammenhang bringen. Wie ist euer Feedback dazu? Findet ihr, das ist für eine Nachbereitungsstunde gut? Und habt ihr eine Idee wie könnte so ein Produkt aussehen aus praktischer Sicht? Wollte ich nochmal fragen. Wenn man halt in diesen Reflektionsprozess kommt, wie man diese Eindrücke sammeln kann (1:24:16-1:25:20)

750
755 **2:** Also ich könnte mir vorstellen, wenn ich jetzt mit einer Gruppe von ausgewählten Schülerinnen und Schülern am Darwintag teilnehme, also dass das Ziel sein könnte für. Also Forschungsbericht, Social Media, Poster oder irgendwas, wenn die Schüler, die das erlebt haben, dass nochmal in die Schulöffentlichkeit bringen könnten auf irgendeinen Weg. Also ich glaube da bieten sich viele verschiedene Wege an. Bei uns wäre das jetzt, und ich glaube, dass gilt auch für viele andere, das iSurf genutzt wird und da gibt es diese Newsfunktion und das ist im Endeffekt wie eine kleine Twitter Nachricht oder so
760 ein Instagrampost, den man dann auch nochmal zusammenstellen kann und das kann man dann ja auch kreativ machen. Also ich hab gerade mit meinem Profilkurs ein paar Leute dabei, die irgendwas dichten, die machen zu allen möglichen Zusammenfassungen immer irgendwelche Gedichte. Ist ganz witzig. Aber da kann man ja kreativ mit umgehen und das wäre eigentlich ein schöner Weg, um das was sie gehört haben zu reflektieren und gleichzeitig das nicht nur einfach des Reflektierens wegen zu tun. Sondern um es auch nochmal in die Öffentlichkeit zu bringen. Das wäre noch ein anderer Bezug dahinter, könnte ich mir vorstellen. (1:25:25-1:26:40)

765 **3:** Ich muss nochmal nachfragen. Hier geht es wirklich nicht um das Inhaltliche sondern was wir die ganze Zeit hatten, den Forschungsweg an sich oder? (1:26:45-1:26:50)

770 **C:** Genau. Mein Ziel ist es, dass sie am Anfang sagen: „Welche typischen Bestandteile seht ihr in so einem Forschungsprozess“. Und das die Vorbereitungsstunde und diese Beobachtungsaufträge einfach dazu dienen, dass sie mehr auch andere Perspektiven, andere Wege wahrnehmen. So dass man das am Ende auch in ein Produkt reinfließen lässt, um als Reflektion, aber auch um zu gucken: „Ist das was passiert?“ sozusagen. Also das was man da hineingibt in diesen großen Trichter, kommt da am Ende auch was bei raus oder ist das eigentlich so, dass das gar nicht bei den Schülern ankam. Das ist so meine Idee. (1:26:51-1:27:25)

775 **3:** Ich hab die Vorbereitungsstunde, du hattest ja dieses Bild gezeigt, ich hab das nur nicht mehr so ganz im Kopf. Wie das aussah. Ja, Dankeschön. Das ist super. (1:27:25-1:27:35)

780 **C:** Ja, da wollte ich halt weg von diesem idealtypischen Bild, weil es das in der Forschung eigentlich nicht gibt. Es gibt da natürlich diese Sachen, die alle irgendwie gleich sind, aber häufig sind da ganz viele andere Dinge, die auch eine Rolle spielen und das könnte man gut in einer Stunde zum Darwintag mal zeigen. Dann hat man diese Beobachtungsaufträge und dann eben am Ende ein Produkt, wo die Schüler das am Ende nochmal auf andere Art und Weise reflektieren und auch niederschreiben. (1:27:36-1:28:13)

785 **3:** Und sollen sie das auf so einer Metaebene machen oder sollen sie das anhand eines Beispiels einer Wissenschaftlerin/eines Wissenschaftlers vom Darwintag? (1:28:14-1:28:18)

C: Ja, da wollte ich euch fragen, was eure Meinung ist, weil ich kann mir beides vorstellen. Habt ihr da so Erfahrungen in solchen Bereichen gemacht oder ist das auch für euch unbekannt? (1:28:19-1:28:33)

790 **2:** Ich könnte mir vorstellen, dass es für die Schüler einfach ist, wenn die es an einem Beispiel machen. Also es gibt ja immer 5 Vorträge oder so. Dann könnte man ja theoretisch die Gruppe aufteilen und sagen oder sich aussuchen lassen, was sie jetzt am Spannendesten fanden oder warum sie das gerade am Spannendesten fanden, weil da werden sie ja irgendwas haben woran das festgemacht werden

kann und darüber zu reflektieren. Und ich glaube, da ist es einfacher, wenn man es auf diesen Vortrag bezieht bevor sie dann auf die Metaebene nochmal rutschen können. (1:28:34-1:29:10)

795 **1:** Ich bin gerade noch so ein bisschen am Überlegen, weil ich auch gerade überlegt hab. Ich kann mich wie gesagt noch daran erinnern beim letzten Mal, dass diese Fragen so ein bisschen beantwortet wurden, weil sie halt da standen. Ich hatte auch jetzt gerade hier wieder bei manchen Fragen den Eindruck, wenn man sie nur so da stehen hat, dann lassen sie natürlich gar nicht den Raum. Wenn ich sie quasi nebenbei beim Vortrag beantworte, das sie so wirklich mal im Mittelpunkt stehen. Deswegen fände ich es tatsächlich gut, wenn irgendwie, wenn möglich sozusagen so eine Art Interview mit den Leuten
800 danach nochmal führen könnte und dann dieses Interview meinetwegen nochmal aufschreiben könnte. Aber das wäre natürlich etwas was dann nochmal viel Zeit in Anspruch nimmt und nicht mal eben, ich sag mal so, als Reflektion dient. Sondern ein ganz eigener Arbeitsschritt ist. Aber das ist glaube ich, wo ich so gedanklich hänge. (1:29:15-1:30:21)

3: Ich finde, das eine sehr gute Idee. Das man da vor allen Dingen mit einem Produkt rausgeht. Sowas wie: „So ist eigentlich die Arbeit einer Wissenschaftlerin oder eines Wissenschaftlers.“ Und ich dachte gerade, deswegen hab ich dich nochmal wegen der Vorbereitungsstunde gefragt, vielleicht muss man da nochmal spezifischer Eingehen auf die Vorstellungen, die die Kinder mitbringen. Wie sie sich eine Wissenschaftlerin oder einen Wissenschaftler vorstellen. Ich selber denke bei solchen Sachen immer stark visuell. Also vielleicht lässt man sie da. Man kann natürlich verschiedene Felder anbieten. Mal so
810 eine Person zeichnen wie sie sich die vorstellen mit beschreiben des Charakters. Oder auch einfach nur die Person beschreiben. Das würde ich nochmal als Zwischenschritt einbauen. Und dann hinterher in dieser Nachbereitungsstunde dieses Bild dementsprechend zu reflektieren und dann verändern zu können: „Okay, was haben wir gelernt? Wie sieht so eine Person, die in der Wissenschaft arbeitet, jetzt wirklich in der Realität aus?“ Dann hat man es auch wieder so ein bisschen. Ich weiß gar nicht, diese
815 Fehlvorstellungen, die da vielleicht immer noch in den Köpfen stecken. Dass man die vielleicht nochmal stärker hervorbringt. (1:30:22-1:31:35)

2: Und ich wette da kommen so Bilder raus, wo dann alle immer eine Brille aufhaben und so ein Kittel an. Ich glaub, das wird die Vorstellung sein. (1:31:35-1:31:51)

3: Das ist mir eben auch gekommen, als ich mich selbst gefragt hatte, was für ein Bild hätte ich als
820 Schüler gezeichnet. (1:31:52-1:31:58)

2: Vielleicht kann man ja auch Fotos von diesen Forschern zeigen und dann vergleichen mit diesen typischen Forschern und dann wählen: „Wer ist hier der Wissenschaftler?“ (1:31:59-1:32:10)

1: Gerade vielleicht noch so eine andere Idee, wenn es gerade passt. Und zwar gibt es ja so Meilensteine in der Forschung. Das man sagt: „Das und das sind so Erkenntnisse, die uns weitergebracht haben“ Vielleicht könnte man das umändern in Meilensteine des Forschers oder der Forscherin und dann
825 sozusagen die Schüler gucken lassen, was sind die Meilensteine, wenn man so möchte. Was sind die Steine, die einen voran gebracht haben, die vielleicht zu Anfang auch im Weg lagen und woraus man dann was hingekriegt hat. Das muss ja gar nicht fachlich sein, dass kann ja auch auf die Eigenschaften des Forschers/der Forscherin gehen. (1:32:11-1:32:53)

C: Ja, wir haben da ja auch so ein Fragentool. Vielleicht kann man da auch sagen, was für Meilensteine in der Forschung oder für Meilensteine einen da voran gebracht haben. Ja, das nehme ich auch nochmal mit. Danke. Ok, damit sind wir am Ende angekommen.

Anhang J: Ausführliche Darstellung des Kategoriensystems zu *Nature of Science* Aspekten (Studie 2)

1. Tabelle zur Interdisziplinariät

Übergeordnete Fragen	Hauptkategorie NOS	Unterkategorien NOS	Reduktion ⁴⁴	Generalisierung (Schülerantworten in hell grau)	Paraphrase (Schülerantworten in hell grau)	Zitate der Lehrer*innen zu NOS (Schülerantworten in hell grau)
	Voraussetzungen in der Schule	Chancen bei der Vermittlung des interdisziplinären Ansatzes	Verbesserte Nachvollziehbarkeit von Forschung durch Darstellung interdisziplinären Arbeitens	Interdisziplinäres Arbeiten wichtig, weil sich alles überschneidet und stört, wenn bestimmte Informationen fehlen.	Interdisziplinäres Arbeiten wichtig, weil sich das alles überschneidet und auch stört, wenn bestimmte Informationen fehlen	S: Ja, auf jeden Fall [wichtig mit dem interdisziplinären Arbeiten]. Ich glaube, dass ist auch das Ähnliche wie eben. Das dass eben alles übereinander hergeht, eben übereinander schneidet, aber dass das teilweise auch stört, wenn eben bestimmte Informationen fehlen. (I3; Z. 185-187)
Bessere Nachvollziehbarkeit von Forschung durch mehr Informationen über interdisziplinäres Forschen.				Wichtig mehr über interdisziplinäres Forschen erfahren, um Hintergründe besser zu verstehen und alles besser nachzuvollziehen.	S2: Also ich finde es schon wichtig [mehr Beispiel zu einer interdisziplinären Zusammenarbeit] auch ein bisschen kennenzulernen um auch wie gesagt Hintergründe zu verstehen, um das alles auch besser nachvollziehen zu können. Deshalb finde ich das auch wichtig, dass es mehr Teil von Unterricht wird. (I2.2; Z. 318-321)	
Interesse an mehr Einblicken in interdisziplinäres Arbeiten			Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil teils sehr emotional und nicht mehr sachlich. Spannender sind Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen) mit Sonderfällen oder Spezialthemen.	Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil es teils sehr emotional und nicht mehr sachlich ist. Spannender sind dagegen Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen), wo es um Sonderfälle oder Spezialthemen geht.	C: Also ich finde alle Sachen [aus den Zitaten] wirklich wichtig. Ich denke, dass man sie auch gut verbinden könnte. Also ich muss B. leider ein bisschen widersprechen. [Diese] Diskussionen [über die Finanzierung von Forschung oder ...] finde ich zum Teil gar nicht so interessant, gerade weil die oft sehr hitzig werden und dann nicht mehr auf einer sachlichen Ebene bleiben. Hingegen finde ich diese Kooperationen [interdisziplinären Forschens] wirklich sehr, sehr spannend. Gerade wenn es sich wirklich um solche speziellen Themen handelt oder halt irgendein Sonderfall und da die Wissenschaftler voneinander profitieren können. Das finde ich wirklich ganz, ganz toll. (I1.1 Z. 224-229)	

⁴⁴ Die fett makierten Kategorien sind ebenfalls im Ergebnisteil der 2. Studie zu finden. Lediglich die Reihenfolge der Kategorien kann manchmal voneinander abweichen.

			Unbekanntes aus der Forschung spannend. Überlegung in Richtung Forschung zu gehen (Berufsperspektive). Spannend mit neuen Wissenschaften z.B. interdisziplinäres Arbeiten.	Unbekanntes in der Forschung ist spannend und wachsend, weil man vielleicht selbst überlegt in die Forschung zu gehen (Berufsperspektive) oder neu entstehende Wissenschaften (durch die interdisziplinäre Forschung) spannend.	S: Also wir haben uns auch jetzt ein bisschen darüber unterhalten und ich glaube so das Hauptthema ist vor allem das die Dinge, die man noch nicht weiß oder worüber noch nicht viel geforscht wurde, sind eben ja gerade im Wachsen und da geht ja eben auch das Interesse in die Richtung. Gerade weil man vielleicht auch selbst jetzt noch überlegt, was man machen sollte. In welchen Berufszweig oder ob man eben auch ins Forschen gehen sollte. Dann geht das Interesse häufig eher in die Richtung unbekannter Gebiete, indem vermeintlich wohl eher noch mehr zu finden ist. Wobei in jedem wissenschaftlichen Bereich natürlich auch noch viele Dinge unbekannt sind. Aber gerade in neu entstehende Wissenschaften, wurde jetzt hier besprochen, dass da viel Interesse besteht. (I3; Z. 145-153)
		Interdisziplinäre Zugänge zu Experimenten benötigen Geduld und Ausdauer und können Umgang mit "Niederlagen" schulen	Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern früh auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben.	Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben	L: Mir ist noch etwas eingefallen zu dem Punkt „viele Fragen, noch keine Antworten“ und „ nicht zum gewünschten Ergebnis bei der Forschung kommen“. Ich denke, dass es dringend notwendig wäre, bereits in der Grundschule, eine gute „Fehlerkultur“ einzuführen (z.B. in Mathe). Man muss Fehler zulassen, sich mit Fehlern auseinander setzen (nicht vorgegebene Fehler in einem Schulbuch!, die eigenen; nicht das saubere Matheheft zählt, dafür gab es früher den Schönschreibeunterricht!) und die Tatsache, dass man bei einer Matheaufgabe nicht sofort zum Ziel kommt, müssen wieder trainiert werden. Geduld und Ausdauer bei Computerspielen ist nicht dasselbe wie beim eigenen Tun. Wichtig sind da auch die Experimente in der Schule, die vielleicht nicht auf Anhieb so funktionieren wie erwartet oder etwas Geduld erfordern (nicht wie das perfekte Experiment im überdimensionalen Maßstab, ohne Erklärung, nur wow-Effekt, auf youtube). Wer dies alles von Klein an erlebt und durchmacht, der kann auch später mit „Niederlagen“ besser umgehen. - Ein wichtiges Thema, das ebenfalls interdisziplinär angegangen werden müsste.
		Besonderes Potenzial im Fach Biologie - Gedanke von "Alle Bereiche hängen zusammen"	Im Biologieunterricht häufiger darüber geredet, als im Physik- oder Chemieunterricht.	Im Biologieunterricht noch mehr über den Prozess wissenschaftlichen Arbeitens geredet, als im Physik- oder Chemieunterricht	S: Also auf jeden Fall [haben wir uns den Prozess wissenschaftlichen Arbeitens] seltener [im Physik- oder Chemieunterricht angeschaut], aber kam auch auf jeden Fall vor. Aber viel seltener als im Biologieunterricht. (I3; Z. 180-181)
	Klar, dass interdisziplinäre Zusammenarbeit nicht nur aus Biologie sondern auch Chemie und Physik besteht, wenn man sich Bakterien und den Lebensraum anschaut.		Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist klar, wenn man sich Bakterien und den Lebensraum anschaut, dass das nicht nur mit Biologie sondern auch was mit Chemie und Physik zu tun hat.	S3: Ja dazu, das man interdisziplinär zusammenarbeitet, das man meine ich, wenn man sich jetzt Bakterien und deren Lebensraum anschaut, das es jetzt nicht nur Biologie sondern auch Chemie/Physik [ist], das da jetzt auch das mit hineinspielt. Das ist ja eigentlich gegeben. Ja, also ich finde, das ist doch eigentlich klar oder nicht? (I2.2; Z. 278-290)	
	Zustimmung zur internationalen und interdisziplinären Zusammenarbeit in der Forschung aus eigenen Erfahrungen		Kann das mit der internationalen und interdisziplinären Zusammenarbeit in der Forschung	R: Also die erste Aussage [mit der internationalen und interdisziplinären Zusammenarbeit] kann ich aus eigener Anschauung und aus eigener Kenntnis wirklich sehr gut unterstützen. Das geht mir genauso. (I1.1; Z. 11-13)	

				aus eigener Erfahrung gut unterstützen.	
			Interdisziplinäres Arbeiten sehr ausgeprägt in der Biologie z.B. neue Erkenntnisse durch Zusammenarbeit von Biologie in Kombination mit Computertechnik.	Das interdisziplinäre Arbeiten ist sehr ausgeprägt in der Biologie, sodass die meisten jüngeren Fortschritte in der Forschung vor allem in Kombination mit Computertechnik erreicht wurden und man dies gut zeigen kann.	K: Um das Interdisziplinäre zu zeigen, finde ich die Biologie sehr prädestiniert, weil die meisten Fortschritte in der letzten Zeit wurden eigentlich nicht erzielt im Rahmen von der klassischen Biologie sondern sehr viele neue Erkenntnisse aus der Biologie, [beispielsweise] die Fortschritte in der Gentechnik, sind fast alle basierend auf der Computertechnik – das die Computer einfach viel mehr leisten können, viel schneller sind. Sicher die Physik spielt auch eine Rolle. Also das Interdisziplinäre ist sehr ausgeprägt in der Biologie und ich finde da sollte man [die Biologie] auch nutzen, um das zu zeigen. (I1.2; Z. 385-390)
	Wahrnehmung von Wissenschaftler*innen und ihre Arbeitsformen	Wahrnehmung einer nicht zeitgemäßen Darstellung von wissenschaftlichen Arbeits- und Sozialformen	Häufig Bild der Wissenschaft wird immer noch verzerrt dargestellt, indem wissenschaftliche Arbeiten immer noch als Einzelarbeit (wie bei Mendel oder Darwin) oder höchstens als Doppel (wie bei Watson und Crick) dargestellt wird, obwohl es in der Realität nie eine Einzelarbeit ist sondern ein Prozess und die Kommunikation vieler Leute. Dieses ist Schüler*innen wohl häufig nicht klar sowie Tatsache das Forsch*innen nicht nur im Labor stehen, sondern viel Denkarbeit und Arbeit am Computer dazu gehört.	Häufig Bild der Wissenschaft immer noch verzerrt: Das wissenschaftliche Arbeiten wird in der Wissenschaftskommunikation oder in der Schule nach dem Eindruck der Person immer noch als Einzelarbeit wie bei Mendel oder Darwin oder höchstens als Doppel wie bei Watson und Crick dargestellt, obwohl es in der Realität nie eine Einzelarbeit ist, wie das erste Zitat auch sagt. Aber es ist halt ein Prozess bei dem man mit vielen Leuten kommuniziert. Das ist den Schülern wohl häufig nicht klar. Und ebenfalls häufig nicht klar ist, dass die Forsch*innen nicht nur im Labor stehen, sondern viel Denkarbeit und auch viel Arbeit am Computer dazu gehört.	3: Ja, ich glaube auch diese Frustrationstoleranz, die man irgendwie haben muss. Also wenn ich über die [Forschung unterrichte], die in den Schulbüchern dargestellt wird. Aber wie es eben auch wegen der Wissenschaftskommunikation dargestellt wird, dann ist es glaube ich immer noch nach wie vor ein verzerrtes Bild, was da irgendwie übermittelt wird an die Schülerinnen und Schüler. Wie so eine naturwissenschaftliche Arbeitsweise aussieht von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Also es ist (...) oder mein Eindruck ist, dass es immer noch wie so eine Art von Einzelarbeit präsentiert wird, die halt eine Person geleistet hat, um zu dem Ergebnis zu kommen. Was dann irgendwie vielleicht auch bahnbrechend ist, aber es ist in der Realität nie eine Einzelarbeit, das zeigt ja auch dieses erste Zitat „wir arbeiten vor allem viel interdisziplinär und international.“ Ja, aber gerade bei den großen Errungenschaften, die in der Schule dargestellt werden. Sei es jetzt Darwin, sei es jetzt, ich weiß nicht, Mendel mit seiner Genetik. Sei es jetzt irgendwie, ach keine Ahnung, was mir jetzt noch als Beispiel einfällt. Das ist jetzt immer so eine Einzelperson oder maximal mal so ein Doppel wie Watson und Crick, die da irgendwie als die Großen dargestellt werden. Die irgendwie zu diesem Ergebnis gekommen sind. Aber es ist halt ein Prozess, wo man mit vielen Menschen auch kommunikativ arbeiten muss. Das ist glaube ich noch nicht so ganz klar. Und was denen irgendwie auch nicht klar ist. Dass das eben nichts ist, was da eben immer nur im Labor stattfindet. Sondern das da eben auch viel Denkarbeit dahintersteckt und auch viel Arbeit am Computer. Das wird immer noch glaube ich nicht deutlich genug für die, also da werden glaube ich also häufig falsche Erwartungen geweckt. (I2; Z. 354-359)
			Braucht stärkere Kommunikation über die Zusammenarbeit in Wissenschaft	Internationale Zusammenarbeit meint Spezialisierung vieler kluger Köpfe, Zusammenkommen für das Gesamtbild.	Erläuterung internationale Zusammenarbeit: Viele kluge Köpfe spezialisieren sich und kommen zusammen für das Gesamtbild

			<p>Internationale Arbeitsweise gut, um Ideen zu teilen und gemeinsam bessere Lösungen zu finden.</p>	<p>Ausformulierung Internationale Arbeitsweise: Gut, um Ideen zu teilen und auf bessere Lösungen zu kommen.</p>	<p>S1: Achso, also ich finde es wichtig und gut {in der Wissenschaft} international zu arbeiten. Weil sich durch mehrere Menschen das Gedankengut ja auch irgendwie vervielfacht, beziehungsweise die Ideen. Also es kann natürlich ja auch zu Konflikten führen, weil man einfach nicht auf einen Nenner kommt. Aber vielleicht führt es auch einfach dazu, vielleicht auch schneller auf eine Lösung zu kommen und auf eine ausführlichere Lösung zu kommen. (I2.2; Z. 274-278)</p>
			<p>Gerade kein Beispiel zum interdisziplinären Forschens parat. Generell Beispiel zum internationalen und interdisziplinären Arbeiten auch beim Impfstoff oder dem kompletten Corona-Virus zu sehen.</p>	<p>Beispiel zum interdisziplinären Arbeiten unter Wissenschaftler*innen in der Biologie nicht parat. Aber generell zum internationalen Arbeiten auch beim Impfstoff oder dem kompletten Corona-Virus der Fall.</p>	<p>S2: {Zum ersten Zitat und der interdisziplinären Zusammenarbeit}: Mir fällt jetzt aber auch nicht etwas in der Biologie auf oder ein, wo halt ganz viele Wissenschaftler auch wirklich interdisziplinär arbeiten und vor allem global. Und das ja auch einfach gerade mit dem Impfstoff und dem kompletten Corona-Virus. Das ist einfach und generell international. (...) Und das {mit dem Impfstoff und dem Corona-Virus} ist das aktuellste Beispiel, was mir momentan dazu einfällt. (I2.2; Z. 309-312; 313-314)</p>
		<p>Allgemeine Vorstellungen über Wissenschaftler*innen und ihr Arbeitsalltag</p>	<p>Klischeebild/Vorstellungen von Wissenschaftler*in: Einerseits als Person, die ständig unterwegs und praktisch am Forschen ist (Bsp. Chemiker, Paläontologe). Andererseits die Theorie, indem eine Person z.B. Mathematiker und Physiker ständig an der Tafel stehen und Gleichungen lösen. Privat wenig Kontakt zu Wissenschaftler*innen, kennt keinen persönlich.</p>	<p>Klischeebild/Vorstellungen von Wissenschaftler*in: Einerseits als Person, die ständig unterwegs und praktisch am Forschen ist. Andererseits die Theorie, indem eine Person z.B. Mathematiker und Physiker ständig an der Tafel stehen und Gleichungen lösen. Privat wenig Kontakt zu Wissenschaftler*innen, kennt keinen persönlich also einen klassischen Wissenschaftler.</p>	<p>S.: Also wenn man das ganze jetzt stereotypisch sieht, habe ich eigentlich zwei Bilder von Wissenschaftlern vor Augen. Und zwar einmal, die die jetzt, zum Beispiel wie Paläontologen, Archäologen oder Chemiker, dass sie eben ständig unterwegs sind und irgendwo graben oder irgendwelche Flüssigkeiten zusammenschütten. Dass sie die ganze Zeit praktisch am Forschen sind. Und das andere Bild ist eben mehr so diese Theorie, zum Beispiel jetzt stereotypisch gesehen dieser Mathematiker, der den ganzen Tag vor seiner Tafel steht und Gleichungen löst oder sowas oder der Physiker. Ich sag mal, das ist mein klischeehaftes Bild davon. Privat kenne ich jetzt eigentlich nicht so viele Wissenschaftler. Eigentlich nur durch mein Praktikum ein paar, bei der Uni. Aber sonst eigentlich gar nicht. Also zumindest nicht das, was man als klassischen Wissenschaftler bezeichnen würde. (S1; Z. 475-484)</p>

				<p>Kennt ein paar Mitschüler*innen deren Eltern zum Beispiel Ärzte oder Wissenschaftler*innen sind. Nimmt Wissenschaftler*innen immer als ganz normale Menschen war, die gerne forschen. Dass sie Themen haben, mit denen sie sich gerne beschäftigen (hofft dass das bei allen arbeitenden Menschen so ist). Persönliche Assoziation mit Wissenschaftlern sind Menschen, die gerne helfen wollen in einem Bereich und sich damit auch jahrzehntelang beschäftigt haben und dann auch Experten sind und kompetent sind. Aber das ist leider nicht immer der Fall.</p>	<p>Kennt ein paar Mitschüler*innen deren Eltern zum Beispiel Ärzte oder Wissenschaftler*innen sind. Nimmt Wissenschaftler*innen immer als ganz normale Menschen war, die gerne forschen. Das sie Themen haben, mit denen sie sich gerne beschäftigen (hofft dass das bei allen arbeitenden Menschen so ist). Persönliche Assoziation mit Wissenschaftlern sind Menschen, die gerne helfen wollen in einem Bereich und sich damit auch jahrzehntelang beschäftigt haben und dann auch Experten sind und kompetent sind. Aber das ist leider nicht immer der Fall.</p>	<p>MI: Ich schon wieder. Also Wissenschaftlern und Assoziationen und der Schule ist ein bisschen schwierig. Wir haben ja das Glück, dass bei uns viele Menschen sind, die auch Verbindungen zu Ärzten oder auch Wissenschaftlern oder sogar aus der Politik haben. Wobei es auch einige gibt, ich glaube da weiß S etwas mehr darüber, die dann auch Wissenschaftler als Eltern haben. Aber das ist ja nicht überall so. Losgelöst, die Wissenschaftler, die ich bisher so erlebt habe, geht eher so in Richtung Kultur oder auch Naturwissenschaftler, ein paar. Die wirkten immer ein bisschen wie ganz normale Menschen, die halt gerne forschen. Und das sie dann ihr Thema haben, was sie gerne machen, wo sie sich gerne beschäftigen, was sie eben mögen. Aber das ist ja hoffentlich bei allen Menschen die arbeiten so. Also ich persönlich assoziiere Wissenschaftler, auch wenn ich sie in der Schule erlebt habe, als Menschen, die gerne helfen wollen in einem Bereich. Sich dann auch wirklich damit befasst haben jahrelang, auch wirklich da Experten auf deren Gebiet sind und dementsprechend auch einfach kompetent wirken. Was aber leider nicht immer der Fall ist, muss man sagen. Aber ja. (S1; 461-473)</p>
<p>Umsetzung durch fächerübergreifendes Arbeiten</p>	<p>Strukturelle Probleme bei der Umsetzung</p>	<p>Ansätze zur gemeinsamen Entwicklung von fächerübergreifenden Konzepten in Schule</p>	<p>Vorstellung WPK-Konzept: Themen die wenig im Unterricht behandelt werden unter Motto "Naturwissenschaften im Alltag". Konzept zusammen überlegt und zuerst Befürchtung gehabt, dass fachfremdere Inhalte wie Bezüge zur Chemie nicht gut vermittelt werden können. Deswegen Lösung der Aufgaben zusammen vorbereitet von "Nawi-Fachschaft" und Aufteilung der Stunden unter Lehrkräften je nach Schwerpunkt in Klasse.</p>	<p>Konzept für WPK sieht Themen vor, die sonst im Unterricht wenig behandelt werden unter dem Motto "Naturwissenschaften im Alltag". Arbeitsaufträge zum Selber ausprobieren sahen in der Regel so aus: "Überlege dir zuerst, was du weißt. Dann informiere dich zum Teil, falls das noch nötig ist oder probiere es direkt aus". Zusammen das Konzept überlegt und auch zuerst die Befürchtung gehabt, dass die Person fachfremdere Inhalte wie Bezüge zur Chemie nicht gut vermitteln kann. Aber Lösung war das alles zusammen vorbereitet wurde als eine Art Nawi-Fachschaft und die Stunden wurden je nach Schwerpunkt untereinander aufgeteilt.</p>	<p>1: Also da kann ich vielleicht auch nochmal ergänzen. Das ist genau das, was wir letztendlich bei uns in der Schule durch diese Fortbildung letztendlich gemacht haben. Wir haben nämlich dann 5 Kollegen Gott sei Dank die Freistellung bekommen, das ist ja auch nicht selbstverständlich. Wir konnten tatsächlich alle fünf damit anfangen und also das Thema war, dass wir letztendlich. Also wir hatten überlegt, wir wollten einen neuen WPK an der Schule oder wir wollten unser WPK-Konzept überarbeiten und weg von den typischen Fächern. Weil wir hatten vorher sag ich jetzt mal sowas wie WPK Bio, WPK Geschichte, WPK WiPo oder sowas, wo dann einfach Themen aus den Fächern vertieft wurden, die sonst im Unterricht nicht gemacht werden konnten. Und wir haben dann letztendlich überlegt, okay eigentlich gibt der WPK vielmehr her und haben das überarbeitet und dann, was wir jetzt gemacht hatten, war das Ziel 'Naturwissenschaften im Alltag' und dafür passte diese Fortbildung halt wirklich gut. Das heißt im Grund geht es darum, dass wir ganz viel herstellen und dabei ganz viel ausprobieren und das Material ist auch tatsächlich so „Überlege dir zuerst wo das weißt.“ Also typischerweise ist das so aufgebaut „Überlege dir zuerst, was du weißt. Dann informiere dich zum Teil, falls das noch nötig ist oder probiere es direkt aus. Oder oder oder.“ Und am Ende kommen dann da halt so Sachen heraus, wie die Kinder haben Butter hergestellt. Die Kinder haben, also es gibt da so eine Reihe zu Milchprodukten von Butter hergestellt bis hin zu Joghurt, Käse, also Mozzarella haben wir hergestellt. Also dann hatten wir was zu Honig gemacht, wo wir dann durch Corona bedingt nicht ganz so viel machen konnten wie wir eigentlich wollten. Also ein Imker oder sowas besuchen ging dann nicht. (...) Ja, also da haben wir auf jeden Fall ganz vieles gemacht,</p>	

					<p>wo ich gedacht hätte. Also da könnte man es entsprechend auch schulen, wenn Schüler sich auch ein bisschen darauf einlassen würden. Was sie eben durch den ganzen anderen Unterricht glaube ich nicht ganz so gewohnt sind. Ja aber, achso genau. Warum ich eben darauf kam, weil wir das als Kollegen zusammen gemacht hatten. Sind wir da sowieso auch schon im fachlichen Austausch gewesen. Und ich hatte da auch genau diese Sorge. Was mache ich denn da in Chemie? Und wir haben uns dann aber auch darauf geeinigt. Wir bereiten uns die Sachen gemeinsam vor und egal wer dann am Ende den WPK macht. Wenn was ist, sind wir sozusagen für uns gegenseitig wie so eine Art Nawi-Fachschaft [da]. Also wir unterstützen uns halt gegenseitig und haben sogar von der Schulleitung dann das so gehabt, dass dann eine Kollegin bei mir mit eingeteilt war, die Chemie hatte und die dann eine Stunde dafür gekriegt hat. Ich habe dann drei Stunden oder ich glaube 2 ½ Stunden, sie hat dann eine ½ Stunde, irgendwie sowas. Also wir haben das dann etwas aufgeteilt. Und das war zum Beispiel eine Sache, die ganz gut funktioniert hat. Aber das kann ich ansonsten ganz gut nachvollziehen. Ich traue mich als Biolehrer mit meinem Grundwissen in Chemie vielleicht nicht daran, wenn ich zum Beispiel das Thema Farben habe und irgendetwas da färben muss und und und. Das dann irgendwie alles so fachgerecht aufzubereiten wie es halt ein Chemielehrer könnte. (I2; Z. 463-496)</p>	
			<p>Ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte gegenüber fächerübergreifenden Arbeitens</p>	<p>Exot in der Schule mit interdisziplinären Unterrichts. Teilweise ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte dem interdisziplinären Unterrichten gegenüber.</p>	<p>Exot in der Schule und ablehnende Haltung anderer Lehrkräfte in der Biologie Konzepte übergreifender zu unterrichten, von der Physik bis zur Chemie.</p>	<p>L: Also ich war auch ein Exot bei uns an der Schule und ich wurde teilweise von Biologen abgelehnt, die ganz eng nur die Biologie gesehen haben und überhaupt nicht was links und rechts passiert. Für mich war das ein Segen damals mit diesem Übergreifenden und ich habe das ausgenutzt: von der Physik bis zur Chemie. (I1.1; Z. 134-137)</p>
			<p>Verbesserungswürdige Konzepte fächerübergreifenden Unterrichts auf curricularer Ebene</p>	<p>Keine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fächern wie Biologie und Chemie. Grund ist Verfolgung anderer Logik und bis jetzt nicht gelöst oder nicht lösbar.</p>	<p>Fächer wie Biologie und Chemie arbeiten nicht interdisziplinär zusammen, weil diese eine andere Logik verfolgen und das bis jetzt in der Zeit nicht gelöst wurde oder nicht lösbar ist.</p>	<p>R: (...) Wenn du am Anfang zum Beispiel erklären willst, wie eine Membran funktioniert, brauchst du die Fettchemie und die Proteinchemie und ich mache nur die Fettchemie und Proteinchemie, die ich brauche, um zu erklären, wie das durchgeht. Aquaporin oder sowas. Das mache ich dann aber auch und das kostet mich dann zwei Wochen, um das einigermaßen hinzukriegen. Das geht vom Biunterricht ab, aber sie verstehen dann tatsächlich den Austausch. Das finde ich eigentlich immer am Wichtigsten. Also man braucht [das interdisziplinäre Wissen], man kriegt es aber nicht. Man kriegt dieses [Verstehen von komplexen naturwissenschaftlichen Konzepten] von Nachbardisziplinen nicht, weil die eine andere Logik haben und das kriegt man bis jetzt in der Zeit, in der ich unterrichtet habe, nicht gelöst oder es ist nicht lösbar. (I1.1; Z. 126-133)</p>
				<p>Betonung Wichtigkeit interdisziplinärer Zugänge im Unterricht, aber werden bis jetzt noch unzufrieden in der Gemeinschaftsschule umgesetzt.</p>	<p>Braucht interdisziplinäre Zugänge im Unterricht, aber bis jetzt kann es noch besser in der</p>	<p>R: Ja, man versteht es dann auch [wenn es vielmehr interdisziplinär unterrichtet wird]. Es gibt so Konzepte; hier Ping, das ist so dieses alte Gemeinschaftsschul[denken] – so ein Lehrstück, wo man so Lehrpläne gewissermaßen (unverständlich). Aber die haben es dann ins andere Extrem verkehrt: Hatten dann so eine Epoche „wir kleiden und schmücken uns“, da hab ich auch gedacht: Oh, ne.</p>

					Gemeinschaftsschule umgesetzt werden.	Das möchte ich nicht machen (Zustimmung einer anderen Person). (I1.1; Z. 138-141)
				Interdisziplinäres Unterrichten übergreifender gedacht. Entweder ganz lassen, vielmehr auf individuellen Level unterrichten oder alte Struktur komplett auflösen und komplett neu denken im Sinne des lebenslangen, interdisziplinären Denkens.	<p>Interdisziplinäres Unterrichten konsequent gedacht, dann vieles Interessantes aber Inhalte werden wohl viel zu spezifisch. Deswegen drei Lösungen zum interdisziplinären Unterrichten:</p> <p>1. Entweder man lässt es. 2. Man macht es auf einem individuellen Level wo jede Schule so viele Kurse und Lehrer einstellt (eher unrealistisch, weil gar nicht viele Schüler und Lehrer da sind). 3. Oder man löst das Ganze auf und denkt es komplett neu im Sinne einer gesellschaftsübergreifenden Änderung der Gesellschaft und dem lebenslangen Lernen. Momentan ist diese Art des interdisziplinären Arbeitens noch sehr weit entfernt.</p>	<p>ML: Ich glaube, wenn man jetzt dieses Interdisziplinäre konsequent durchdenkt, wäre doch eigentlich der Schluss, dass man so viel lernen könnte, bei einigen Bereichen und auch so viel Interessantes zeigen kann, bei einigen Bereichen, dass es dann zu spezifisch wird. Dass es dann zu wenig Masse an Menschen gibt, die sich für ein Thema interessieren. Vor allen Dingen für jeden Themenbereich. Jetzt als Beispiel: Ich persönlich habe ein sehr großes Interesse für das alte Athen, vor allen diese ganzen Philosophen, die da herum gerannt sind. Ich glaube, nicht alle aus meinem Philosophiekurs, geschweige denn aus meiner Klasse, interessieren sich dafür. Wenn man jetzt überlegt wie man das lösen kann, gibt es ja drei Lösungen: 1. Entweder man lässt es. 2. Man macht es auf einem individuellen Level wo jede Schule so viele Kurse und Lehrer einstellt, dass es einfach unrealistisch wird. Vor allem weil an keiner Schule so viele Lehrer wie Schüler sind. 3. Oder man löst das Ganze auf und denkt es komplett neu. Beispiel: In einer ganz krassen, wirklich gesellschaftsübergreifenden Änderung der Gesellschaft oder der Art wie wir Lehren denken oder auch einfach Lernen denken; man eine Art riesiges Schulsystem aufbaut wo man entweder über Videokonferenzen oder so ein riesiges Gebäude oder irgendwo in Bayern alle so möglichst viele Schüler an einem Ort hat, die dann auch an solchen spezifischen Kurse Interesse zeigen. Das man als Beispiel auch dieses, doch sehr abstrakte Thema, was ich gerade genannt habe, noch genug Schüler hat, um einen Raum zu füllen. Das wäre dann vielleicht was, gerade bei diesem Interdisziplinären [zu beachten ist]. (...) Und deswegen meine ich ja, dass gerade unsere Art, wie wir gerade unterrichten, nämlich das man sagt: Wir haben eine Ausbildung, wo wir auf etwas hinarbeiten; nämlich Abitur in unserem Fall und dann nachher vielleicht ein Studium und dann nachher Arbeit. Dann ist es natürlich nicht so möglich wie wir das machen. Aber wenn man jetzt so denkt wie einige Websites, ich hab da eine Werbung auf YouTube gesehen von so einer Seite, die so Kurse anbietet. Wenn man die Bildung so denken würde, dass man sich ein ganzes Leben lang bildet, dann könnte man, glaube ich, auch solche andere Bildung durchsetzen. Also auch solche interdisziplinären Themen an der Wissenschaft dran arbeiten. Aber wie schon gesagt, das ist ganz weit von uns entfernt momentan. (S1; Z. 414-442)</p>

		Respekt vor der Aufgabe	Befürchtung Interdisziplinarität sei schwer verständlich	Gefahr beim Zeigen interdisziplinären Forschens schnell schwer verständlich für Schüler*innen. Aber auch Reiz das große Ganze von Forschung zu zeigen. Deswegen wichtig gutes, didaktisch aufbereitetes Unterrichtsmaterial zu haben, damit es wirklich nachvollziehbar wird.	Das Zeigen des interdisziplinären Forschens und Arbeitens birgt Gefahr schnell schwer verständlich für Schüler*innen zu sein, aber bietet Reiz das große Ganze von Forschung zu zeigen. Wichtig ist gutes, didaktisch aufbereitetes Unterrichtsmaterial zur Veranschaulichung interdisziplinärer Forschung, damit sie es auch wirklich nachvollziehen können.	B: Das [mit dem verstärkten Vermitteln eines vielfältigen Bildes von Wissenschaft im Unterricht] ist ja eigentlich auch die Frage der interdisziplinären Forschung. Wenn der Schüler dann erlebt, dass in der Korrespondenz mit anderen Wissenschaftlern und anderen Wissenschaftszweigen gerade das Neue entsteht und die Physik beispielsweise eine ganz [neue] Rolle spielt. Das hat dann halt die Gefahr, dass es schwer verständlich wird, aber den Reiz das große Ganze zu erleben. Und ich könnte mir vorstellen, wenn das entsprechende Vorbereitungsmaterial aufbereitet ist, die Grundlagen. Das der Schüler dann nicht nur die Chance hat, das zu hören: „Aha, das ist interdisziplinär. Da spielen ganz viele Fachleute zusammen.“ Sondern es auch wirklich nachvollziehen zu können, wie sie jetzt hier dementsprechend zusammenarbeiten. (1.2; Z. 376-384)
			Respekt vor Aufgabe interdisziplinären Unterrichtens durch fachliche Unsicherheiten und fehlende Ausbildung	Wunsch nach mehr interdisziplinären Unterrichten, aber Respekt vor Aufgabe aufgrund schlechter Ausbildung in Chemie, daraus fachliche Unsicherheit. Wunsch für Zukunft: Nawi-Unterricht mit gut ausgebildeten und zusammenarbeitenden Lehrkräften. Lernen das alles miteinander zusammenhängt.	Wunsch nach mehr interdisziplinären Unterrichten, aber Respekt vor dieser Aufgabe aufgrund von schlechter Ausbildung in Chemie und daraus resultierend fachlicher Unsicherheit. Nawi-Unterricht sollten vielmehr gute ausgebildete und gut zusammenarbeitende Lehrkräfte machen, damit Schüler*innen schon in der Schule lernen, dass alles miteinander zusammenhängt.	2: (...) Und was mit außerdem noch eingefallen ist, weil der erste Punkt war ja dieses interdisziplinäre. Auch das müssten wir in Schule vielmehr lernen. Also an unserer Schule gibt es den nicht und ich würde mich jetzt auch ein bisschen davor fürchten. Also Biologin, die eine echt schlechte Ausbildung in Chemie während ihres Biologiestudiums hatte, irgendwie Chemie unterrichten zu müssen. Also ich würde mich fachlich sehr unsicher fühlen, aber ich glaube das wenn das gut, dieser Nawi-Unterricht, wenn das gute Lehrkräfte machen, die da gut ausgebildet sind oder gut zusammenarbeiten. Dann kann das, könnten Schüler das schon in der Schule lernen, dass alles miteinander zusammenhängt. (12; 456-462)
		Methodische Empfehlungen	Einbindung historischer Entwicklungen zur besseren Vermittlung interdisziplinärer Forschung	Mehr erfahren über Biologie, Chemie, Physik im Zusammenhang mit Geschichte wie z.B. Entstehungsgeschichte vergangener Seuchen und Pandemien. Vieles wiederholt sich in den Fächern und die Inhalte sollten besser ineinandergreifen.	Berichtet über einen Arzt in Zeiten eines Choleraausbruchs und wie er die Quelle des Ausbruchs identifizieren könnte. Findet dies spannend und gleichzeitig aber schade, dass man solche Sachen u.a. aufgrund des Zeitdrucks nicht im Biologieunterricht lernt. Möchte mehr Erfahrungen über Biologie, Chemie, Physik im Zusammenhang mit Geschichte wie z.B. vergangene Seuchen und Pandemien. Vieles wiederholt sich in den Fächern und möchte gern mehr über sol-	ML: Also ich weiß bei einigen, weil ich mich dafür interessiere, ein bisschen wo das hergekommen ist. Wie zum Beispiel bei der Theorie von, was war das? Der Typ hieß glaube ich auch Jon Snow, der das gemacht hat (...). Der hat dann beim Choleraausbruch in London bei einem Virologiebetrieb, also Arzt, geforscht. Der hat Todesnummern aufgestellt und hat einen Stadtplan genutzt, um das Epizentrum dieser Todesursachen bzw. um nachzuverfolgen, wo das alles herkommt. Er ist dann zu dem Schluss gekommen, dass ein [ruckelt 3Sek., nicht hörbar]. Verseucht, weil ein Abfluss an Bächen voll mit allen möglichem Dreck, auch die Windel von einem kranken, einem cholera-kranken Kind, enthielt. Das ist dann eben durch einen Riss in den Boden hereingekommen. Damals galt ja noch die Marcia Theorie. Und das sowas eben passiert ist, lernen wir im Biologieunterricht nicht, aufgrund von Zeitdruck. Wegen G8. Dann, selbst wenn wir kein G8 hätten, ist es so, dass man sowas nie lernt. Das finde ich ganz schade. Das liegt glaube ich ein bisschen am Programm. Ich meine, wenn man wirklich Menschen informieren wollen würde über die Ganzen, also über alles was wir wissen in der Biologie, Geschichte und sowas, dann müsste man ja wirklich das ganze Leben lang zur Schule gehen.(...) Einen Satz

					<p>che Entstehungsgeschichten reden und das dies mehr ineinander greift.</p>	<p>noch. Ich beeil mich. Ich fand, nochmal zu dem Interdisziplinären, da fand ich ganz interessant wie viel aus den anderen Bereichen Chemie, Physik und Biologie eigentlich Geschichte ist. So das sich ganz viele Sachen wiederholen in den verschiedenen Fächern, so was man eigentlich auch gut zusammenhängend machen kann. Deswegen würde ich meinen, dass es nicht nur so ist, dass wir über solche Entstehungsprozesse reden sollten, wie wir uns halt gerade mit dieser Idee befassen, dass wir halt sehr, sehr wenig wissen. Sondern auch das wir mehr zwischen den Fächern zusammen lernen. (S1; Z. 350-363; 369-375)</p>
			<p>Naturwissenschaftliches Arbeiten am besten an einem geschichtlichen Beispiel veranschaulichen z.B. Zeitstrahl mit Schülervorstellungen früherer Forschung vs. heutiger Forschung mit der Entstehung des Periodensystems, Briefwechsel zwischen Forscher*innen. Dabei auch auf das interdisziplinäre Arbeiten eingehen.</p>	<p>Naturwissenschaftliches Arbeiten sollte am besten über ein geschichtliches Beispiel z.B. einem Zeitstrahl mit Schülervorstellungen zur früheren Forschung und heutiger Forschung veranschaulicht werden (Vergleich wie funktionierte Forschung früher vs. heute), um zu zeigen was die Unterschiede wie man heute und früher geforscht hat z.B. Briefwechsel, Periodensystem als einheitliche Sprache. Dabei auch auf das interdisziplinäre Arbeiten eingehen.</p>	<p>L: Also um auf die 1. Aussage da [zum internationalen und interdisziplinären Forschen] nochmal zu kommen: Was ich immer ganz gut finde, wenn man es an einem Beispiel aus der Geschichte zeigen kann. Und was ich da ganz gerne mache ist von der Chemie her jetzt natürlich oder wenn es um die Atome geht und wenn ich da sagen kann oder erklären kann, was ist denn damals passiert und dann ist praktisch 2000 Jahre lang nichts passiert und ich lass die immer einen Zeitstrahl zeichnen, der passt gerade auf ein DIN A4 Blatt und dann: Welche Vorstellungen gab es damals, was haben die da gewusst, was haben die da beobachtet? Und ich glaube, das ist auch wieder etwas, das man in der Mittelstufe richtig und gründlich machen kann. Das die da eine Vorstellung haben; was war denn ein Naturwissenschaftler früher. Was der alles beobachtet hat. Der hat sich um alles gekümmert. Und wen man dann sieht auf dem Zeitstrahl, ab wann da wirklich was passiert ist, dann sieht man, dass da in den letzten 60 – 70 Jahren unheimlich viel passiert ist. Und dann sag ich immer: Und dazwischen? Ist denn da gar nichts passiert? Natürlich ist da ganz viel passiert. Aber so wirklich vorwärts gekommen ist man dann als man die Instrumente hatte. Und dann kommt dazu, da gibt es natürlich in der Chemie so Briefwechsel. Das gibt es in der Biologie vielleicht auch zwischen Biologen. Wenn man sich dann vorstellt in welcher Zeit das war mit Pferdekutsche und jeder hat geforscht. Und die haben das ja teilweise gleichzeitig eigentlich gefunden. Oder an bestimmten Stellen erwähne ich einen Alchemisten wo der Chemiker dasaß und seine Helfer hatte und jeder wollte das Gold finden. Der hatte doch gar kein Interesse daran, dass ein anderer weiß was ich mache. Und da, an diesen Stellen, das sind bei mir kurze Abschnitte, das geht ja nicht stundenlang, aber das mal sich ins Bewusstsein zu rufen und dann zu fragen: Wie ist das heute? Und das wir heute eine internationale, einheitliche Sprache haben. Da kommt mir natürlich in der Chemie das Periodensystem mit all den Sachen zu Gute. Aber das sind so für mich die Stellen wo ich auf das heutige naturwissenschaftliche Arbeiten eingehen kann. Und dann passt auch diese erste Aussage. Und dann komme ich auf das Interdisziplinäre. Und die Frage ist jetzt: Wie können die Schüler sehen, erleben, aktuell? (I1.1; Z. 32-55)</p>	

			<p>Integration von Gesprächsformaten mit Wissenschaftler*innen zum besseren Verständnis interdisziplinären Zusammenarbeitens</p>	<p>Interessant Weg des Wissenschaftlers zu hören: Selber mit Wissenschaftler schon geredet, dabei Einblicke z.B. in Finanzierung von Forschung bekommen. Wunsch nach mehr Aufklärung hinsichtlich Chancen, Wege und Aufgaben in der Forschung.</p>	<p>Interessant den Weg des Wissenschaftlers zu hören: Bei Profifahrt nach Sylt mit Wissenschaftler geredet, der ein paar Einblicke gegeben hat z.B. in die Finanzierung. Mehr Aufklärung gewünscht, was es für Chancen gibt, für Wege und man das alles eigentlich macht in der Forschung.</p>	<p>B: Und den Weg eines Wissenschaftlers fand ich sehr interessant. Wir hatten so eine Profifahrt nach Sylt ins Forschungsinstitut und da war auch ein Biologe bei uns mit, da wo wir gewohnt haben und mit dem haben wir ein bisschen geredet und das fand ich schon interessant. Aber ich muss sagen, ich fand das auch echt erschreckend, wie schwer das auch finanziell ist und die ganzen Sachen. Das ist glaube ich ganz gut, wenn man darüber ein bisschen aufklärt und zeigt: Was gibt es für Chancen, was gibt es für Wege und warum machen die das dann eigentlich auch noch, weil wenn das wirklich so schwer ist, da muss man ja echt für brennen, um zu sagen, ich ziehe das jetzt durch. (...) Ja, der [Forscher, den wir bei einer Forschungsreise auf Sylt kennengelernt haben,] hatte auch eine Familie und so. Entsprechend war das schwer. Also der hat viel darüber geredet, dass es eigentlich echt kompliziert ist. Oder auch so Themen wie Forschungsreisen oder sowas, das finde ich auch cool. Vielleicht mal Unternehmen, naja nicht Unternehmen, sondern Forschungsinstitute, die sowas machen. Da mal Leute zu hören, die auf einer Forschungsreise waren und was die da gemacht haben und was deren Eindrücke dazu waren. Vielleicht nicht unbedingt nur das Wissenschaftliche, was ich auch cool finde, sondern auch einfach auf so eine Reise zu gehen als Person auch. (I1.1; Z. 208-201; 213-219)</p>
				<p>Interesse an Diskussion zwischen Physiker und Biologe und deren Schnittstelle zu hören.</p>	<p>Interdisziplinäres ist cool, deswegen wäre Diskussion zwischen Physiker und Biologe und deren Schnittstelle spannend/cool zu hören.</p>	<p>B: Dementsprechend ist das glaube ich generell so ein Spiel [mit den ungelösten Problemen der Wissenschaft], das immer weitergehen wird und deswegen finde ich auch dieses Interdisziplinäre so cool. Vielleicht auch mal Diskussionen zu hören so mit, keine Ahnung, einem Physiker und einem Biologen, die sich dann über irgendwelche Themen unterhalten, die eine Schnittstelle [haben] und das man einfach mal zuhört, was die so dazu sagen. Einfach mal eine offene Diskussion von denen zu hören und das so zu verfolgen, auch wenn man vielleicht nicht alles versteht, weil es auch sehr spezifisch ist. Das fände ich cool. (I1.1; Z. 196-201)</p>
			<p>Förderung der naturwissenschaftlichen Beobachtung als praktischer An-</p>	<p>Beispiel der Tochter, die früher die Blasen des Spülwassers über eine Stunde lang beobachtet hat.</p>	<p>Zum Thema Beobachten: Beispiel der Tochter, die früher die Blasen des Spülwassers über eine Stunde lang beobachtet hat.</p>	<p>L: Also ganz typisches Beispiel [zum Beobachten]: Unsere Tochter früher, die stand immer daneben und hat gewartet bis ich fertig war mit spülen und dann durfte ich das Spülwasser nicht rauslassen. Und die war sage und schreibe eine Stunde lang, oft, wenn das überhaupt gereicht hatte, damit beschäftigt, diese Blasen zu beobachten. (I1.1; Z. 73-76)</p>

			satz der interdisziplinären Arbeitsweise	Häufig fehlende Zeit für tiefergehendes Beobachten, auch weil der Lehrplan viel zu voll ist.	Und da fehlt häufig auch die Zeit für das tiefergehende Beobachten (zum Bedauern der Person), auch weil der Lehrplan viel zu voll ist.	R: Und es ist genau wie du sagst. Es fehlt die Zeit für eine ruhige Betrachtung und die dann auch tiefer geht. Also der Lehrplan ist viel zu voll und ich hab das mal erlebt. Mein damaliger Fachleiter hat mal gesagt: „Zählen Sie ihre Stunden, die Sie wirklich haben.“ Und dann hast du im Lehrplan selber, also offiziell hast du 70 Stunden in einem dreistündigen Kurs und von denen hab ich 45 Stunden gegeben. Der Stoff ist aber auf die gesamte Stundenzahl zugeschnitten. Und da denkt man doch: „ja, bitte. Ich hätte gerne mehr Zeit.“ Ich finde es viel schöner, so wie du eben [sagtest]. Ich lasse mir auch viel lieber was durch die Hand rieseln und hab eine genaue Betrachtung. Das man beobachten lässt. Aber das kostet Zeit. (I1.1; 101-108)
		Hätte gern mehr Zeit für tiefergehende Beobachtungen im Unterricht, geht nicht aufgrund des viel zu vollen Lehrplans.		Ein Beispiel interdisziplinären Unterrichtens ist das Thema "Wasser" mit Chemie, Biologie, ein bisschen Mathematik sowie guten Experimenten, etwa dem runden Wassertropfen bei verruster Oberfläche. Und diese Zeit zum selber Experimentieren tut den Kindern gut, um selber Bezüge herzustellen. An sich super, aber dann ist man wieder getriebene des Stoffes und muss peitschen, aber manchmal nimmt sich die Person auch einfach die Zeit heraus und das ist dann oft, dass man sich eine Sache mal genauer anschaut und betrachtet. Das ist dann schon an sich genug und man braucht gar nicht so viel mehr, was in den Büchern drin steht.	L: Ganz tolles Beispiel was sich auch in die Biologie übertragen lässt, was ich immer mach mit Nanooberflächen: einen einfachen Objektträger nehmen, geht auch über Kerzenflamme, über Brenner schön rusig machen und dann mit einer Pipette einen Wassertropfen drauf und der bleibt Kugelrund und der rollt dann runter. Also Wasser ist für mich auch so ein Thema, wo ich: Da hab ich Chemie, da hab ich Biologie. Also das finde ich fantastisch. Und solange wir diesen NBA hatten, da konnten wir auch, also ich hab auch immer viel Zeit verbraucht, aber ich denke den Kindern tut es auch gut, das selber zu erleben, Bezüge herzustellen und zu sehen, worauf wirkt sich das aus und warum ist der Tropfen kugelrund und all solche Sachen. Da kann ich auch ein bisschen in die Mathematik rein. Also eigentlich fantastisch und mir geht es dann oft so, dass ich immer wieder an den Punkt komme, und dann bin ich eine getriebene und dann denke ich: „Was muss ich noch alles machen“ und dann fange ich natürlich auch an zu peitschen. Aber ich nehme mir immer wieder die Freiheiten raus, auch zu sagen:“ Ok“. Was ich jetzt auch ganz toll finde von Kiel: Ich hab auch schon mitgemacht bei der Jugend Science Olympiade und da kriegt man immer so viele Ideen und wenn es nur das eine ist. Und sich das eine wirklich mal genauer anschaut und betrachtet. Das ist eigentlich fantastisch. Und da brauche ich gar nicht so viel Stoff, wie in den Büchern immer drin steht. (I1.1; Z. 110-125)	

2. Tabelle zur zu vielfältigen Einblicken in Forschungsprozesse

Übergeordnete Fragen	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung (Schülerantworten in hell grau)	Paraphrase (Schülerantworten in hell grau)	Originalität (Schülerantworten in hell grau)
Forschungsprozesse in der Wissenschaft	Herausforderungen beim Vermitteln vielfältiger Einblicke in Forschungsprozesse	Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Zu viel Inhalt in curricula- ren Standards	Neue Facetten wissenschaftlichen Arbeitens nur in Ansätzen oder in Ergänzung zum bereits vorhandenen im Unterricht behandeln - Idee an sich toll, aber Lehrpläne jetzt schon zu voll.	Neue Facetten vom wissenschaftlichen Arbeiten im Unterricht nur in Ansätzen oder in Ergänzung zum bereits vorhandenen behandeln - Grund ist das die Lehrpläne zu voll sind (Idee wäre aber an sich toll)	B: Ich glaube auch, das [Vermitteln weiterer vielfältiger, wissenschaftlicher Facetten] wäre immer schön. Wir streben danach alles tolle zu machen, was es gibt. Aber letztlich ist der Lehrplan zu voll [2 Sek. Nicht verständlich: sinngemäß: schafft es nicht alles zu machen, was im Lehrplan steht]. Aber vielleicht habe ich deine Frage auch gar nicht ganz verstanden, was du konkret meinst. Vielleicht kannst du es ein bisschen ausführen, so dass ich mir besser vorstellen kann, was ich darauf antworten kann. (I1.2; Z. 409-413)
				Sinnvoll einige Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens aufzufrischen oder zu erweitern, aber keine Aspekte noch mehr hinzufügen, aufgrund zu voller Lehrpläne.	Sinnvoll einige Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens aufzufrischen oder zu erweitern, aber Lehrplan ziemlich voll und dann wird es entweder alles zu kurz oder wir. Arbeiten Hypothesen geleitet und da könnte man noch etwas hineinpacken, aber vielleicht insgesamt zu viel des Guten.	I: Es ist sicher sinnvoll, einige Dinge [wie die verschiedenen Facetten von Wissenschaft] aufzufrischen oder zu verändern oder [durch neue Facetten moderner Forschung] zu erweitern. Der Unterricht ist ja relativ vollgepackt mit einem Lehrplan und da immer mehr reinzupacken wird irgendwann dazu führen, dass man entweder zu kurz alles behandelt oder zu wirr wird. Wir arbeiten hypothesengeleitet und in diesen Themenbereich kann man vielleicht noch etwas hineinpacken oder andere Ansätze hineinsetzen vielleicht. Aber große neue Kapitel einzuführen ist vielleicht etwas zu viel des Guten. (I1.2; Z. 403-408)
				Überdenken der momentan geltenden Anforderungen und Stundenanzahl in Biologie hin zu mehr wissenschaftlichen Themen im Unterricht, bei denen man jetzt gar keine Zeit hat auf diese einzugehen.	Überdenken der momentan geltenden Anforderungen und Stundenanzahl in Biologie hin zu mehr wissenschaftlichen Themen im Unterricht, bei denen man jetzt gar keine Zeit hat auf diese einzugehen.	S: Und zwar man hat bestimmte Themenbereiche in dem Fach und es werden ja bestimmte Anforderungen angegeben und bestimmte Stundenanzahl, die dafür vorgesehen sind. Und das man dann diese heutzutage mal überdenkt und mal guckt, wo man mal mehr Zeit investieren müsste und hineinstecken müsste und mit welchen Thema man sich mehr beschäftigen sollte und da nochmal guckt halt, weil irgendwie heutzutage gibt es ja, es kommt vielmehr in die Wissenschaft [he]rein. Worüber man dann gar nicht reden kann. Was Herr N. dann hat, dass er dann bestimmte Themen gar nicht weiter mit uns thematisieren kann, obwohl er das gerne würde. Weil zu wenig Stunden da fehlen und er halt anderen Stoff uns da beibringen müsste, der teilweise gar nicht mehr so aktuell ist oder nicht so wichtig für uns. (I3; Z. 276-284)

			<p>Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel</p>	<p>Umsetzung wissenschaftliches Arbeiten in Schule über Überprüfen von Hypothesen. "Großes Bild" der Wissenschaft nicht schaffbar aus Zeitgründen, deswegen vorkauen. Denkbar Interview von Wissenschaftler*in durchzunehmen mit Beschreibung der Vorgehensweise bei dessen Arbeit. Allgemein eher Lernen am Beispiel.</p>	<p>Wissenschaftliches Arbeiten wird über das Überprüfen von Hypothesen umgesetzt. "Großes Bild" der Wissenschaft ist nicht schaffbar aus Zeitgründen, deswegen muss es vorgekaut werden. Denkbar wäre Interview von Wissenschaftler*in durchzunehmen, der beschreibt wie er vorgegangen ist bei seiner Arbeit (Lernen am Beispiel).</p>	<p>I: In der Schule macht man das [Thematisieren über wissenschaftliches Arbeiten] ja im Prinzip, indem man Hypothesen überlegt und wie kann ich jetzt meine Hypothese bestärken? Oder eben falsifizieren. Ich glaube so das ganz große Bild kann man in der Schule nicht schaffen, wenn ich ehrlich bin, da braucht man ja ganz viel Zeit letztlich. Das muss schon ein bisschen vorgekaut sein und dann wird es wieder etwas kürzer. Man kann ja letztlich als Aufhänger auch mal so ein Interview mit einem Wissenschaftler haben, der einem dann aufzeigt wie er vorgegangen ist, um zu einer bestimmten Erkenntnis zu kommen. Das ist Lernen am Beispiel letztendlich. Aber so das eigene Erlebnis wird man in der Schule nicht schaffen können. (I1.2; Z. 328-335)</p>
				<p>Wichtig kritischer Umgang mit Ergebnissen. Deutschland schon in Schulbüchern gut umgesetzt. Geht um Vermittlung von Tatsachen. Weg zu Erkenntnissen aus Zeitgründen nicht jedes Mal durchzunehmen. Denkbar Prozess zu Erkenntnissen einmal an Beispiel mit Leistungskurs durchzunehmen. Dabei sagen, dass andere Themen im Unterricht schon vorgefiltert sind. Gelten als Tatsachen und fertig.</p>	<p>Wichtig ist kritischer Umgang mit Ergebnissen und das wird in Deutschland z.B. bei Schulbüchern sehr gut gemacht. Vermittlung von Tatsachen, aber Weg zu den Erkenntnissen kann aus Zeitgründen nicht jedes Mal durchgenommen werden. Denkbar wäre den Prozess einmal an einem Beispiel im Leistungskurs durchzunehmen. Und dann sagen, dass anderes im Unterricht schon vorgefiltert ist und diese kriegen sie dann. Die gelten als Tatsachen und fertig.</p>	<p>K: Der kritische Umgang mit Ergebnissen; das halte ich persönlich für sehr, sehr wichtig. Weil es ist ja so in der Schule, da wird ja vorgefiltert. Das ist in Deutschland ja ziemlich gut, weil diese Lehrwerke in der Schule, die wir haben, die sind x-Mal geprüft, in der Regel auch von Wissenschaftlern. Manchmal kommt Pseudowissenschaft rein, aber es ist sehr selten in Deutschland. Und die meisten Sachen vermitteln wir eben als Tatsachen und so und so funktioniert es und aus diesem Grund. Wie man zu den Erkenntnissen gekommen ist, kann man zeitlich auch wieder nicht jedes Mal zeigen und deshalb will ich auch da sagen, wenn es irgendwie geht, insbesondere bei einem Leistungskurs, sollte das exemplarisch auch mal eine Doppelstunde oder so drauf verbracht werden, das den Schülern nahe zu bringen. Und da sind wir wieder bei dem ganzen Prozess: "Wie wird neue Erkenntnis gewonnen, wie wird eben auch wieder etwas verworfen, was ich nicht halten kann?" Aber ich sage exemplarisch. Ich würde sagen, dass macht man einmal und dann sagt man das: „Die anderen Sachen, die wir euch beibringen, die sind auch so entwickelt wurden, aber im Schulunterricht kriegt ihr das vorgefiltert. Da kriegt ihr nur die Sachen, die schon mal getestet wurden. Die heute als Tatsachen gelten und fertig.“ Wie es dazu kam, das kann man nicht bei jeder Sache machen. Das ist absolut ausgeschlossen. (I1.2; Z.423-436)</p>

			Mangel an aktuellen und gut aufbereiteten Unterrichtsmaterial	Häufig Bild der Wissenschaft wird immer noch verzerrt dargestellt, indem wissenschaftliches Arbeiten immer noch als Einzelarbeit (wie bei Mendel oder Darwin) oder höchstens als Doppel (wie bei Watson und Crick) dargestellt wird, obwohl es in der Realität nie eine Einzelarbeit ist sondern ein Prozess und die Kommunikation vieler Leute. Dieses ist Schüler*innen wohl häufig nicht klar sowie Tatsache das Forsch*innen nicht nur im Labor stehen, sondern viel Denkarbeit und Arbeit am Computer dazu gehört.	Häufig Bild der Wissenschaft immer noch verzerrt: Das wissenschaftliche Arbeiten wird in der Wissenschaftskommunikation oder in der Schule nach dem Eindruck der Person immer noch als Einzelarbeit wie bei Mendel oder Darwin oder höchstens als Doppel wie bei Watson und Crick dargestellt, obwohl es in der Realität nie eine Einzelarbeit ist, wie das erste Zitat auch sagt. Aber es ist halt ein Prozess bei dem man mit vielen Leuten kommuniziert. Das ist den Schülern wohl häufig nicht klar. Und ebenfalls häufig nicht klar ist, dass die Forsch*innen nicht nur im Labor stehen, sondern viel Denkarbeit und auch viel Arbeit am Computer dazu gehört.	3: Ja, ich glaube auch diese Frustrationstoleranz, die man irgendwie haben muss. Also wenn ich über die [Forschung unterrichte], die in den Schulbüchern dargestellt wird. Aber wie es eben auch wegen der Wissenschaftskommunikation dargestellt wird, dann ist es glaube ich immer noch nach wie vor ein verzerrtes Bild, was da irgendwie übermittelt wird an die Schülerinnen und Schüler. Wie so eine naturwissenschaftliche Arbeitsweise aussieht von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Also es ist (...) oder mein Eindruck ist, dass es immer noch wie so eine Art von Einzelarbeit präsentiert wird, die halt eine Person geleistet hat, um zu dem Ergebnis zu kommen. Was dann irgendwie vielleicht auch bahnbrechend ist, aber es ist in der Realität nie eine Einzelarbeit, das zeigt ja auch dieses erste Zitat „wir arbeiten vor allem viel interdisziplinär und international.“ Ja, aber gerade bei den großen Errungenschaften, die in der Schule dargestellt werden. Sei es jetzt Darwin, sei es jetzt, ich weiß nicht, Mendel mit seiner Genetik. Sei es jetzt irgendwie, ach keine Ahnung, was mir jetzt noch als Beispiel einfällt. Das ist jetzt immer so eine Einzelperson oder maximal mal so ein Doppel wie Watson und Crick, die da irgendwie als die Großen dargestellt werden. Die irgendwie zu diesem Ergebnis gekommen sind. Aber es ist halt ein Prozess, wo man mit vielen Menschen auch kommunikativ arbeiten muss. Das ist glaube ich noch nicht so ganz klar. Und was denen irgendwie auch nicht klar ist. Dass das eben nichts ist, was da eben immer nur im Labor stattfindet. Sondern das da eben auch viel Denkarbeit dahintersteckt und auch viel Arbeit am Computer. Das wird immer noch glaube ich nicht deutlich genug für die, also da werden glaube ich also häufig falsche Erwartungen geweckt. (I2; Z. 354-359)
		Ansätze zum Verbessern des selbstständigen Forschens im Unterricht	Art der Hilfestellung der Lehrkraft	Gut wie Lehrer das macht mit vielen Experimenten und Theorieunterricht. Wunsch nach mehr selbstständigen Lernen, weniger Informationsinput durch bestimmte Problemfragen. Diese dann selbst recherchieren (Wissen verfestigt sich so besser als beim Auswendiglernen).	Gut wie Lehrer das macht mit vielen Experimenten und Theorieunterricht. Wunsch nach mehr selbstständigen Lernen und weniger Informationsinput durch bestimmte Problemfragen, die man dann selbst recherchieren muss. Wissen verfestigt sich dann viel besser, als beim auswendig lernen bis zur Klausur.	S: Also, wir haben gerade ein bisschen [über wissenschaftliche Arbeitsweisen und was uns da Spaß macht und was nicht] besprochen und da waren sich eigentlich alle ziemlich einig, also wie unser Lehrer das auch macht. Da sind wir auch der Meinung, dass das ganz gut ist. Wir machen so eine Mischung aus vielen unterschiedlichen Bereichen. Einmal bringt man eben Experimente und Theorieunterricht mit hinein, aber wir haben gar nicht so wirkliche Themen. Ich glaube die Themen sind so ganz gut, wie sie gewählt sind, weil das eben auch die Hauptthemen sind, die man so kennt. Die es so gibt, wenn man die allgemeine Biologie denkt, die einem zuerst aufkommen. Aber das man vielleicht eben mehr den Schüler selbst lernen lässt und weniger Informationsinput gibt. So das man eben auch selbst auf Lösungen kommt und das Ganze verfestigt sich dann auch nochmal deutlich besser. Also wenn man sich Dinge auswendig merkt, die bis zur Klausur lernt und dann im Prinzip wieder vergessen hat. (...) Also das man

						eben bestimmte Problemfragen bekommt und diese dann selbst recherchieren muss. Entweder Bio[logie]buch oder aber auch übers Internet. (I3; Z. 253-262; 276-268)
				Erfahrung geführtes Experimentieren (mit Anleitung) gut, eigenständiges Arbeiten wird als zu anstrengend empfunden (sind es nicht gewohnt).	Geführtes Experimentieren (mit Anleitung) für Schüler*innen gut, eigenständiges Arbeiten als zu anstrengend empfunden (sind es nicht gewohnt)	1: [Zur Rückmeldung der Schüler*innen], naja, also wie gesagt, die Experimente fanden sie gut, aber meistens nur wenn sie eine Anleitung bekriegt hatten. Ansonsten kam immer „was muss ich denn jetzt hier machen.“ Und so weiter. Und wie gesagt so dieses „ach können sie nicht einfach sagen, wie es geht.“ Das kam leider relativ häufig. So wo ich eigentlich, als ich damals die Fortbildung gemacht hatte, so total begeistert war. Und dachte: Oh, endlich mal eine Fortbildung, die wirklich super thematisch passt und wo ich ganz viel tolles Material habe und gar nicht mehr viel vorbreiten muss und und und. Also wirklich wo ich glücklich mit war. Und irgendwie wo ich dann festgestellt habe, die Schüler denken sich nur so „wie jetzt muss ich schon wieder überlegen, wie ich das machen. Ach mann, das geht auch einfacher. Also es kam einfach nicht so gut an wie gedacht. Aber ich glaube es ist Gewohnheitssache. Sie sind es einfach nicht gewöhnt. (I2; Z. 499-508)
				Förderung zum eigenständigen Arbeiten: Schüler*innen mehr Hilfestellung beim Überlegen ihres eigenen Experiments geben	Schüler*innen beim eigenständigen Arbeiten unterstützen: Wie komme ich zum Experiment. Mehr Einblicke wie sich Wissenschaftler*innen das Experiment überlegt haben geben.	2: Vielleicht geht es ja auch um diese Sache. Weiß ich nicht, wenn ich jetzt irgendwas Daten erheben will, irgendwas experimentell erforschen will. Wie komme ich zum Experiment? Also wie, was muss ich machen um mir, also das ist nämlich auch für Schüler und Schülerinnen schwierig. Die haben eine Frage, die haben auch eine Vermutung, aber dann „wie, was nehme ich denn jetzt?“ Also vom realen, also dieser Daunenversuch, die da hinzubringen sich ein Modell auszudenken. Was das irgendwie abbildet. Das ist ja ein krasser Weg, den die da gehen müssen. Und das ist glaube ich auch das, wo sie ganz schnell wieder scheitern. Also und wie, also dass die Wissenschaftler vielleicht deutlich machen, dass es halt für ihr Forschungsgebiet noch kein Experiment gegeben hat und dass sie sich das selber ausdenken müssen. Und das sie vielleicht auch merken, dass hat irgendwie keine Ahnung, wie lange dauert denn sowas eigentlich bis zum Experiment gedauert hat. Wen fragt man denn dann, wenn man nicht mehr weiter weiß. Das könnte ich mir spannend vorstellen. (I2; Z. 714-724)
				Funktionsweise Schule: Lehrer*in steht vorne und kennt die richtige Antwort. Erfahrungen beim eigenständigen Arbeiten: Kreative Ideen, aber schnell frustriert. Langer Weg	Funktionsweise Schule: Lehrer*in steht vorne und kennt die richtige Antwort. Berichte über Versuch mit Daunen ohne Anleitung, nur das Material. Fazit: Verrückte Ideen dazu gehabt, aber schnell frustriert. Langer Weg Schüler*innen wirklich zum eigenständigen Arbeiten zu	2: Ich glaube auch, das ist ein Problem Schule. Also Schule funktioniert halt hier nicht so. Schule funktioniert ja immer noch so: Da vorne steht jemand und der weiß, wie es läuft und von dem kommt die richtige Antwort. Und auf die muss ich warten. Wenn es gut läuft, dann hilft er mir da hinzukommen. Und dann bin ich auch bereit das zu tun, aber wenn es schwierig wird, die Person da vorne, die muss mir doch sagen, wie es ist. Also ich erlebe das auch, ich habe heute in

			Schüler*innen wirklich zum eigenständigen Arbeiten zu führen.	führen. Schüler*innen auf dem Weg dahin immer wieder Reflexionsaufgaben geben.	Klasse 7 haben die so ein bisschen Zeit, die wir frei einplanen können. Die nicht so fachcurriculär gebunden ist. Weil wir das zusätzlich unterrichten und da habe ich Experimente machen lassen zur Isolationswirkung von Daunen. Also wir sind irgendwie zu diesem Thema gekommen, das habe ich natürlich irgendwie so forciert, dass wir da hinkommen. Ich habe ihnen nichts gegeben. Ich habe einfach gesagt „hier, ich habe Daunen: Hier ist ein bisschen Bechergläser und was wollt ihr denn jetzt machen.“ Und die haben halt ganz verrückte Ideen gehabt, das herauszufinden und dann waren die so schnell frustriert. „Können Sie? Und wie macht man das denn jetzt?“. Und jetzt auch in den Rückmeldungen sollten sie halt so Feedbacks schreiben. Da haben sie dann auch gesagt „Ja, wie würden es halt besser finden, wenn man denn mal, wenn dann gesagt wird wie es richtig ist. Also sonst läuft man ja falsch.“ So und das ist halt im System Schule glaube ich aber ein Problem. Aber ich meine wenn man dann einige von denen, die freuen sich eben, dass sie das gemacht haben. Und wenn man halt dann immer wieder diese Reflexionsprozesse macht und auf die Idee kommt „Okay, was habe ich denn jetzt daraus gelernt. Ich habe doch jetzt aber gelernt, dass das jetzt so nicht funktionieren kann. Also kann ich das jetzt so nicht machen. Oder ich habe vielleicht auch gelernt, ich habe vergessen einen Kontrollversuch zu machen. Dann kann ich ja jetzt gar keine Aussage machen, ob das jetzt warm hält oder nicht. Okay, muss ich halt jetzt nochmal neu denken. Und das ist glaube ich ein langer Weg, die da hinzubringen. (I2; 408-428)
		Einführen einer neuen Fehlerkultur im Unterricht	Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern früh auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben.	Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben	L: Mir ist noch etwas eingefallen zu dem Punkt „viele Fragen, noch keine Antworten“ und „ nicht zum gewünschten Ergebnis bei der Forschung kommen“. Ich denke, dass es dringend notwendig wäre, bereits in der Grundschule, eine gute „Fehlerkultur“ einzuführen (z.B. in Mathe). Man muss Fehler zulassen, sich mit Fehlern auseinander setzen (nicht vorgegebene Fehler in einem Schulbuch!, die eigenen; nicht das saubere Matheheft zählt, dafür gab es früher den Schönschreibunterricht!) und die Tatsache, dass man bei einer Matheaufgabe nicht sofort zum Ziel kommt, müssen wieder trainiert werden. Geduld und Ausdauer bei Computerspielen ist nicht dasselbe wie beim eigenen Tun. Wichtig sind da auch die Experimente in der Schule, die vielleicht nicht auf Anhieb so funktionieren wie erwartet oder etwas Geduld erfordern (nicht wie das perfekte Experiment im überdimensionalen Maßstab, ohne Erklärung, nur wow-Effekt, auf YouTube). Wer dies alles von Klein an erlebt und durchmacht, der kann auch später mit „Niederlagen“ besser umgehen. - Ein wichtiges

						Thema, das ebenfalls interdisziplinär angegangen werden müsste. (12, Z...)
				Eindruck von Abnahme der Frustrationstoleranz. Umgang mit Misserfolgen und Fehlern wichtig auch gut zu hören von Wissenschaftler*innen am Darwintag	Eindruck das Frustrationstoleranz bei Schüler*innen abnimmt, aber guter Umgang mit Misserfolgen gerade im Unterricht und insgesamt im Leben wichtig, weil Schüler*innen darauf getrimmt sind das es eine richtige Lösung gibt und das Druck auslöst. Guter Umgang mit Fehlern und Misserfolgen auch spannend bei Wissenschaftler*innen am Darwintag zu hören und gut zu hören.	1: Ich habe auch gerade gedacht, so die Frustrationstoleranz, die du da gerade angesprochen hast. Die finde ich auch total wichtig. Weil das in der Schule glaube ich abnimmt. Also das ist mein Eindruck. Das früher, wenn man mal was falsch gemacht, hat man irgendwie oder wenn man mal nicht was auf Anhieb nicht hingekriegt hat, zwar auch sich geärgert hat, aber dann in Grunde gesagt hat „okay nochmal das Ganze“. Während jetzt, und das würde sich ja zum Beispiel auch mit dem, was ich über den WPK erzählt habe, decken. Während das jetzt ganz oft ist „oh, hat nicht geklappt. Okay, können sie mir jetzt sagen wie es geht.“ Oder dann an der Stelle irgendwo die Erwartung ist, okay, dann kommt jetzt aber gleich die Lösung. Also nach dem Motto: Ich gebe mir einmal Mühe und wenn ich Glück habe, klappt es und wenn es nicht, dann gebe ich halt auf, so ungefähr. Das ist glaube ich tatsächlich eine Sache, die für Schüler an ganz vielen Punkten wichtig wäre im Leben. Dass sie Frustrationstoleranz lernen und gerade deswegen hätte ich gesagt, dass da so für mich die Frage, die an erster Linie oder die mir so am wichtigsten erscheinen. Ich erinnere mich letztes Jahr [beim Darwintag] waren die Fragen ja glaube ich ähnlich und da sollten dann die Schüler das ja auch während des Vortrages beantworten. Ich kann mich erinnern, dass dann, die durften ja online auch Fragen stellen. Das waren ja genau diese Fragen ja auch nochmal gestellt wurden an die Wissenschaftler, weil sie die sonst nicht beantworten hätten können. Weil der Wissenschaftler das von sich aus nicht gesagt hat. Ich könnte mir vorstellen, dass ist tatsächlich eine wenn man so möchte, vorlesungsfüllende Frage auch wäre, dass Wissenschaftler sich wirklich einmal vorstellen und sagen, wie gehe ich mit Frustration um oder was war der Tiefpunkt und wie bin ich da herausgekommen. Dass das genau auch Mal im Mittelpunkt steht und nicht so im Rande. Und man stellt dann eigentlich vor, was man geleistet hat. Weil dann ist wieder der Fokus auf dem, was geleistet wurde. Dann wird eigentlich wieder nur so ein bisschen nebenbei geredet, was nicht geklappt hat. Und ich kann mit gerade vorstellen, dass gerade das für die Schüler, selbst die die nicht Wissenschaftler werden wollen, etwas ist was den gut tut auch mal zu hören. (12; Z. 662-685)
				Früher gewohnt das Dinge nicht klappen, Durchhaltever-	Vergleich das man früher bei Computerspielen nicht zwischenspeichern konnte und das Spiel bei Beginn auch zu Ende	1: Ich meine, ich habe irgendwann mal so den Spruch gehört, wo dann ein Kumpel meinte und naja, überlege mal wie sich die Compu-

			<p>mögen z.B. bei Computerspielen ohne Zwischenspeicherung von Nöten. Heute Zwischenspeicherung möglich, aber kein Durchhaltevermögen weil sie gewohnt sind das alles auf Anhieb klappt oder sofort Hilfe bekommen.</p>	<p>spielen musste und wenn Mutter zum Essen gerufen hat, dann musste man kommen und später wieder von vorne ankommen. Waren es gewohnt, dass einige Dinge nicht klappen und sie sich nochmal dransetzen müssen. Heute kann man zwischenspeichern und hat den Eindruck, dass die Schüler*innen es gewohnt sind, dass Sachen auf Anhieb klappen. Haben nicht mehr dieses Durchhaltevermögen und bekommen sehr schnell Hilfe ohne sich zu viel dafür anzustrengen.</p>	<p>terspiele gewandelt haben. Früher konntest du nicht zwischenspeichern, das heißt du hast Super Mario angefangen und entweder du hast es bis zum Ende geschafft oder du musstest immer wieder dieses verdammte Spiel von vorne anfangen und du hattest keine Wahl. Und wenn deine Mutter gesagt hat „jetzt gibt es essen“, komm gefälligst her und warst im letzten Level, dann musstest du trotzdem ausschalten und hingehen. Und heute ist es so, du hast eigentlich ständig Spiele, die dir ständig was anbieten, damit du am Ball bleibst. Und die, die sozusagen schwierig sind, schaffen es im Grunde gar nicht. Das heißt, man merkt das schon in diesem Belohnungssystem. Ich fand das damals total eingängig. Also das konnte ich gut nachvollziehen, weil ich das selbst noch so kenne, wie man früher das halt so gespielt hat und wenn ich jetzt so sehe, was die da zum Teil heute machen. Das ist ja ihre Freizeitbeschäftigung. Das was sie tagtäglich erleben und sich aussuchen. Die sind das dann im Grunde gewohnt, dass sie in ihrer Freizeit können sie das und in der Arbeit können sie das nicht. In der Arbeit ist wieder alles schwer und so weiter und so fort. Und das ist dann nicht dieses „ich bin gewohnt, dass ich mich da nochmal daransetzen muss und ich bin gewohnt, dass es manchmal auch einfach nicht klappt. Einfach weil es einfach nicht soll an dem Tag, weil wie gesagt Mama zum Essen ruft oder so. Sondern die sind für gewöhnlich gewohnt, dass solche Sachen auf Anhieb klappen. Oder wenn nicht auf Anhieb, dass man zumindest irgendwie Münzen gezahlt und dann geht es weiter. (I2; Z. 688-706)</p>
			<p>Lust am eigenständigen Arbeiten wird in der Schule eher abgetötet, weil Fehler machen meistens dramatisch ist. Trägheit und Lustlosigkeit bei Schüler*innen zum eigenständigen Arbeiten zu beobachten. Fragen sehr schnell nach richtiger Lösung. Aber nicht so gewohnt, aufgrund geringer Förderung im Unterricht.</p>	<p>Lust am eigenständigen Arbeiten wird in der Schule eher abgetötet, weil Schüler*innen die Erfahrung machen, dass Fehler machen meistens dramatisch ist. Schüler*innen sehr träge beim eigenständigen Arbeiten und nicht gewillt so viel Energie in Prozess zu stecken. Fragen sehr schnell nach richtiger Lösung. Aber sind das nicht so gewohnt, weil das wenig im Unterricht gefördert wird.</p>	<p>1: Und das sind dann auch wieder so Sachen, wo ich sagen würde: So ein bisschen kommt es rein, aber diese Lust selbständig zu arbeiten und forschen. Die ist meiner Meinung nach in der Schule eher, die wird abgetötet. Weil, ja vielleicht zum einen weil eben diese Erfahrung gemacht wird, wenn ich einen Fehler mache, ist es meistens dramatisch für mich, ich weiß nicht mehr genau was ich vorhin gesagt hatte, ich glaube 2 hatte es gesagt. Also wenn ich scheitere, dann ist es normalerweise, dann ist mein Leben an der Stelle zu Ende und es ist dann dramatisch. Und es ist nicht so dass ich sage: „Naja gut, dann probiere ist es jetzt nochmal anders und so weiter.“ Und ich hatte jetzt gerade die Fortbildung zu angewandten Naturwissenschaften gemacht und das ist zum Beispiel auch, also der das macht, ich weiss nicht ob das irgendeiner von euch auch schon mal mitgemacht hat, kann ich sehr empfehlen. Der macht das echt toll. Der sagte immer, wenn wir dann irgendwas ausprobieren wollten und wir dann fragten, geht das dann auch, ja probiere es das doch aus! So damit ist vorprogrammiert, dass man irgendwo mal scheitern wird, weil man es halt ausprobiert und weil man nicht genau weiß, was passiert denn jetzt,</p>

						<p>wenn ich meinetwegen den Schritt überspringe, weil ich eine Idee habe, wie ich es einfacher machen kann. Aber das wäre im Grunde da vor die Schüler mal ins Forschen dran kämen und dann auch feststellen würden: Okay, so ist es tatsächlich und so funktioniert es letztendlich vielleicht mit etwas. Natürlich mit besserer Technik und mehr Wissen und so weiter. Aber im Endeffekt so dieses 'ich probiere es jetzt mal aus, weil ich habe keine andere Wahl um zu wissen, ob es funktioniert.' Dass das letztendlich an der Uni dann wichtig wird. Und wie gesagt, da fällt mir aber auch, da sind die Schüler irgendwie überhaupt nicht rege. Ich fand die Fortbildung super, genau weil sie das so hatte. Aber die Schüler waren immer so „Äh, können sie uns nicht einfach sagen, wie die Lösung ist?“ Und man denkt dann immer so, oh Mann, du hast jetzt gerade die Möglichkeit, probiere es doch aus. Lass dich doch überraschen, das ist doch spannend. (Stöhnen). Also genau das Gegenteil von dem, was ist so gedacht hatte. Aber das ist wirklich, ich glaube weil sie es wirklich nicht gewohnt sind. Weil wir es so wenig von ihnen fördern. (I2; 378-407)</p>
			<p>Experimentieren in Schule sehr durch Lehrkraft geführt. Entweder vorgegebene Fragestellung ist oder starke Führung durch Lehrkraft. Wichtig ist Diskussion nach Experiment, dass jedes Ergebnis gut ist und das Experimente immer klappen, auch wenn etwas anderes dabei herauskommt als erwartet. Entstehung von kein Frust, sondern Gewinnung neuer, wertvoller Perspektive.</p>	<p>In der Schule ist Experimentieren sehr durch Lehrkraft geführt. Die Fragestellung ist entweder vorgegeben oder die Lehrkraft führt sie sehr dazu und kommt dann zum Ergebnis. Wichtig ist Diskussion nach Experiment, dass jedes Ergebnis gut ist und auch Vermitteln die Tatsache, dass Experimente immer klappen, auch wenn etwas anderes dabei herauskommt. Das kein Frust entsteht, sondern eine neue wertvolle Perspektive eingenommen werden kann.</p>	<p>B: Ich sehe das [mit dem Lernen am Beispiel] ganz ähnlich. In der Schule ist es ja doch immer so, wenn wir da experimentieren, ist das doch sehr geführt. Und ich habe da immer die Fragestellung, wenn sie nicht vorgegeben ist, dann lenke ich sie doch sehr stark da hin und dann haben wir ein Ergebnis. Oft bin ich dann doch damit beschäftigt, den Schülern zu sagen: „Ja, das ist doch eigentlich ein gutes Ergebnis.“ Und die Schüler haben dann das Gefühl: „Nein, das ist noch nicht genau genug und das hat alles nicht geklappt.“ Und zu wissen diese Diskussionen, die sich an ein Experiment anschließen. Sozusagen die Tatsache, dass Experimente nie nicht klappen können und das was anderes rauskommt als man denkt, dass das kein Frust sein muss, sondern neue Perspektiven einnehmen. Das finde ich sehr wertvoll, das miterleben zu dürfen. (I1.2; Z. 336-344)</p>	

				<p>Problem Schule leistungsorientiert vs. eigenständig arbeiten und Fehler zulassen - Mögliche Lösung: Weniger Endergebnis und mehr individuellen Prozess dahin bewerten.</p>	<p>Problem Schule ist leistungsorientiert und permanente Bewertung. Notwendige Entwicklung von summativen Sachen hin zu formativen Bewertungen. Schüler*innen entwickeln eigenständig Ansatz bei Aufgaben und nicht das Endergebnis sondern der Weg zu ihrem Ergebnis wird bewertet. Für Schüler*innen schwer zu verstehen. Wichtig zu zeigen, dass sie Fehler machen dürfen.</p>	<p>2: Ja, (...), also das Problem in Schule ist halt, dass da immer dieser Leistungsdruck [ist]. Also wir müssen benoten, wir müssen die bewerten in irgendeiner Form und das ist die Krux an der Sache, weil auch da Schule halt häufig so funktioniert, wir machen so summative Sachen. Also am Ende wird irgendwas abgefragt und ich glaube, also ich versuche jetzt in diesen Kursen mehr dazu hinzukommen so formativ mehr zu machen. Also zu sagen „Okay, ihr macht jetzt hier den ersten Ansatz. Okay, der ist schiefgelaufen. Jetzt ist es eure Aufgabe das zu überarbeiten und ich bewerte genau diesen Prozess.“ Also ich bewerte nicht das Endergebnis, sondern ich bewerte wie ihr da hingekommen seid. Und das ist halt für die Schüler schwer zu verstehen. Aber ich glaube, dass kann der Weg sein wie man ihnen zeigt. Es ist gut Fehler zu machen, weil man aus diesen Fehlern lernen kann. Und es funktioniert halt in Schule nur, wenn man das bewertet und nicht halt das Endergebnis. Und da müssen wir vielleicht hinkommen. (I2; Z. 454-462)</p>
			<p>Verschiebung Fokussierung der Leistungsbewertung</p>	<p>Schüler*innen mehr verdeutlichen, warum sie Methoden zur Dokumentierung des wissenschaftlichen Prozesses brauchen - Gestaltung gewöhnlichen Unterrichtes so ausgerichtet, dass sie nicht unbedingt eigenständig arbeiten müssen. Forderung Schüler*innen noch mehr dazu zu zwingen, vielleicht andere Wertschätzung zu Reflexionsaufgaben (brauchen diese mehr).</p>	<p>Den Schülern verdeutlichen, warum sie so Methoden zur Dokumentierung des wissenschaftlichen Prozesses brauchen - Unterricht für gewöhnlich so gestaltet, dass sie gar nicht so viel eigenständig arbeiten müssen. Schüler*innen noch mehr ins kalte Wasser schmeißen (zum eigenständigen Arbeiten ohne "richtige Lösung"), dann vielleicht Reflexionsaufgaben dankender oder sinnvoller annehmen, weil sie das jetzt mehr brauchen.</p>	<p>1: Mir fällt gerade noch ein spontaner Gedanke ein, wo du das gerade so [mit den Reflexionstagebüchern] erzähltest. Also was ich gerade so überlegt habe, wie es mir so damit geht und ich auch so gedacht habe: Also ich fand auch ganz oft so Reflexionsaufgaben unglaublich öde. Aber auch weil ich immer den Eindruck hatte, ich brauche es nicht um an der Stelle weiterzukommen, sondern ich muss es wirklich nur machen weil mein Lehrer oder mein Professor oder Seminarleiter oder sonst was das eben sehen wollte. Und eigentlich ist es ja so, dass wenn ich das mache, Vorteile bei der Arbeit habe. Weil ich sozusagen nach und nach sehen kann, okay wo hakt es eigentlich gerade, wo sind meine Fragen. Also ich sortiere mich und eigentlich ist das eine notwendige Arbeit, die ich brauche, damit ich weiß wo ich am nächsten Tag weiterarbeite. Und ich könnte mir, also das war gerade so ein Gedanke, vielleicht ist das was dann sich so ein bisschen für die Schüler beißt, dass sie im Grunde gar nicht in diese Verlegenheit kommen, dass sie sich selbst diesen Gedanken machen müssen, weil dann dafür noch zu viel Struktur vom Lehrer vorgegeben wird. Und dann dementsprechend dieses „ich nehme das dankend an, dass ich mich strukturiere und weiß wie ich mich strukturiere. Dass das dann gar nicht so als Erleichterung, sondern eher als sinnlose Beschäftigungstherapie dann irgendwie wahrgenommen wird. Um es jetzt ganz radikal auszudrücken. Aber ich weiß genau den Ansatz, also das wäre total toll. Als du das erzählst hast, dachte ich gerade, das wäre super wenn meine Schüler nach Hause gehen und sagen würden so „oh Mensch, das</p>

					<p>habe ich doch heute gelernt, das war doch cool“ Und das nochmal so ein bisschen sozusagen sacken lassen, aber wahrscheinlich müssen sie das gar nicht. Weil mein Unterricht für gewöhnlich so strukturiert ist, dass er auch weitergeht, wenn sie theoretisch ein Blackout gehabt haben. Und also klar wäre es dann nicht so einfach als wenn sie es nicht hätten, Aber also das sie trotzdem wieder hereinkommen. Und ich glaube deswegen, wenn man sie vielleicht ganz radikal ins kalte Wasser schmeißen würde, dann würden sie solche Methoden [wie das Reflexionstagebuch] vielleicht dankender annehmen oder vielleicht auch sinnvoller empfinden. Weil sie dann vielleicht auch merken, ich brauche das jetzt. So ähnlich wenn ich mir jetzt eine to-do Liste schreibe, weil ich nicht weil ich irgendwie das Gefühl habe: Okay, ich soll mal aufschreiben, was ich alles so pro Tag mache. Sondern ich schreibe es mir wirklich auf, damit ich es nicht vergesse. Das ist ein Unterschied.(I2; Z. 578-604)</p>	
			<p>Verbesserung der Frustrationstoleranz beim praktischen Arbeiten</p>	<p>Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern früh auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben.</p>	<p>Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben</p>	<p>L: Mir ist noch etwas eingefallen zu dem Punkt „viele Fragen, noch keine Antworten“ und „ nicht zum gewünschten Ergebnis bei der Forschung kommen“. Ich denke, dass es dringend notwendig wäre, bereits in der Grundschule, eine gute „Fehlerkultur“ einzuführen (z.B. in Mathe). Man muss Fehler zulassen, sich mit Fehlern auseinander setzen (nicht vorgegebene Fehler in einem Schulbuch!, die eigenen; nicht das saubere Matheheft zählt, dafür gab es früher den Schönschreibunterricht!) und die Tatsache, dass man bei einer Matheaufgabe nicht sofort zum Ziel kommt, müssen wieder trainiert werden. Geduld und Ausdauer bei Computerspielen ist nicht dasselbe wie beim eigenen Tun. Wichtig sind da auch die Experimente in der Schule, die vielleicht nicht auf Anhieb so funktionieren wie erwartet oder etwas Geduld erfordern (nicht wie das perfekte Experiment im überdimensionalen Maßstab, ohne Erklärung, nur wow-Effekt, auf youtube). Wer dies alles von Klein an erlebt und durchmacht, der kann auch später mit „Niederlagen“ besser umgehen. - Ein wichtiges Thema, das ebenfalls interdisziplinär angegangen werden müsste.</p>
			<p>Stärkere Verdeutlichung des Lebensweltbezuges</p>	<p>Zur Steigerung des Interesses, dann Thema selbst aussuchen und Bezugspunkt zu einem selbst herstellen.</p>	<p>Zur Steigerung des Interesses, dann Thema selbst aussuchen und Bezugspunkt zu einem selbst herstellen.</p>	<p>S.: Ja, schon [wichtig mit]. Die Frage wäre halt nur in welchem Rahmen. Wenn man jetzt sagt, man wählt zufällig ein Thema aus, kann es halt sein, dass es einen überhaupt nicht interessiert. Darum wäre es für mich vielleicht wichtig, wenn man sich das Thema selber aussuchen könnte. (S1; Z. 388-390)</p>
			<p>Wichtig Lebensweltbezug zu den Schülern herstellen, dann gehen sie den Weg der Erkenntnisgewinnung fast schon fast von ganz allein.</p>	<p>Weg der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung über Schaubilder und Protokolle verdeutlicht. Am Wichtigsten jedoch Lebensweltbezug zu den Schülern herstellen, dann gehen sie den Weg der</p>	<p>1: Also den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, falls du den jetzt meinst, den mache ich tatsächlich im Unterricht. Den habe ich auch im WPK, haben wir den mit hineingenommen. Und ja, der ist denke ich auch, wenn sie zum Beispiel Protokolle schreiben oder sowas, müssen sie ja zwangsläufig diese einzelnen</p>	

					Erkenntnisgewinnung fast schon von ganz allein.	Schritte mitgehen und ich habe das dann damals zum Beispiel auch über ein Schaubild und so weiter mit denen einmal durchgesprochen. Habe dann trotzdem immer, also mir fiel gerade noch ein, dass passt vielleicht trotzdem noch dazu. Das meine Erfahrung auch war, wenn sie ein Thema haben, was sie anspricht. Also wenn sozusagen das Phänomen, eigentlich der naturwissenschaftliche Weg beginnt ja bei „mir fällt erstmal etwas auf“, ich beobachte was und dann stelle ich mir daraufhin die Frage. Und ich glaube wenn dieser erste Schritt, das ist was die Schüler exakt auf dem Punkt genau trifft. Dann läuft das. Also weil sie dann selbst neugierig anfangen sich die Fragen zu stellen und dann auch irgendwie Lust haben vielleicht oder mehr Lust haben das herauszufinden. Aber das finde ich manchmal gar nicht so einfach, weil so bestimmte Sachen für die, also habe ich das Gefühl relativ weit weg sind und die dann gedanklich, blöd gesagt, eher ein bisschen internetlastig oder pubertätlastig dann sind. Wobei das ja auch nicht heißt, dass sie sich dann für gar nichts anderes interessieren. Aber das merke ich manchmal, also (...) ich sage jetzt mal, dass muss ich dann leider auch gestehen ein (Unverständlich) Treffer ist. Das ich dann weiß oder dass ich dann merke, okay, das ist jetzt wirklich ein Thema, Mensch. Da hatten sie richtig Bock drauf. (...) Und dann gehen auch die anderen Schritte wesentlich leichter. Also dann sind sie auch den Weg der Erkenntnisgewinnung quasi schon fast, gehen sie dann mehr oder weniger schon fast im eigenen Tempo, eigenwillig, das war jetzt das falsche Wort. Also sie gehen das halt von selbst. Und wenn das Thema nicht so richtig passt, dann habe ich das Gefühl, dann kriegen sie keine zehn Pferde diesen Weg lang. (I2; Z. 535-556)
	Wunsch nach Fokussierung auf fachwissenschaftliche Inhalte von Wissenschaft	Personenzentrierte Einblicke zu emotional und nicht mehr sachlich	Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil teils sehr emotional und nicht mehr sachlich. Spannender sind Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen) mit Sonderfälle oder Spezialthemen.	Weniger interessiert über Finanzierung von Forschung oder Einfluss auf Politik zu diskutieren, weil es teils sehr emotional und nicht mehr sachlich ist. Spannender sind dagegen Kooperationen in der Wissenschaft (wie interdisziplinäres Forschen), wo es um Sonderfälle oder Spezialthemen geht.	C: Also ich finde alle Sachen [aus den Zitaten] wirklich wichtig. Ich denke, dass man sie auch gut verbinden könnte. Also ich muss B. leider ein bisschen widersprechen. [Diese] Diskussionen [über die Finanzierung von Forschung] finde ich zum Teil gar nicht so interessant, gerade weil die oft sehr hitzig werden und dann nicht mehr auf einer sachlichen Ebene bleiben. Hingegen finde ich diese Kooperationen [interdisziplinären Forschens] wirklich sehr, sehr spannend. Gerade wenn es sich wirklich um solche speziellen Themen handelt oder halt irgendein Sonderfall und da die Wissenschaftler voneinander profitieren können. Das finde ich wirklich ganz, ganz toll. (I1.1 Z. 224-229)	
		Priorität der Vermittlung auf Fachinhalte und Konzepte	Faktoren wie Finanzierung von Forschung oder Rolle der Politik in Forschung lieber in anderen Fächern als Biologie durchnehmen, weil Biologie vor allem Fachinhalte und Konzepte vermitteln möchte.	Faktoren wie die Finanzierung von Forschung oder welche Rolle Politik einnimmt lieber in anderen Fächern als Biologie durchnehmen, weil es in Biologie vor allem darum geht Fachinhalte oder Konzepte zu vermitteln.	S: Also wir sind der Meinung, dass das [Unterrichten über die Finanzierung von Forschung, welche Rolle Politik einnimmt oder wie man zusammenarbeitet] vielleicht für den Biunterricht ein bisschen in die Fehlrichtung geht. Also es ist zwar selbstverständlich alles Notwendige [zu] wissen, was wir auch gerade gut für die Zukunft benötigen.	

						Aber das kann man auch gut in anderen Fächern einbinden. Zum Beispiel was mir jetzt als nächstes einfallen würde, wäre WiPo. Also Wirtschaft oder Politik. Na gut, auch nicht das Hauptthema, aber. Also es passt eben deutlich mehr [hin]ein als im eigentlichen Inhalt, worum es im Biologieunterricht geht. (...) Also ich glaube man muss sich eben immer darauf konzentrieren, das [das Vermitteln von Fachinhalten und Fachkonzepten] noch immer Hauptpunkt in Bio[logie] ist. Gerade weil wir ja viele Themen hintereinander abratern und man dann solche Handlungen zwischen Menschen, die dann dafür auch notwendig sind, wie das alles auch so funktioniert, kann man in anderen Fächern deutlich besser besprechen. Auch gerade weil das ja nicht nur im wissenschaftlichen Bereich so ist, sondern auch in vielen anderen Bereichen des Lebens eine Notwendigkeit ist. (I3; Z. 228-233; 238-243)
Zugänge im schulischen Umgang	Findung eines Narrativs	Metapher der "Reise ins Ungewisse" ganz schön, Ausschnitt des "Großen und Ganzen"(der Natur und die Welt)	Metapher als "Reise ins Ungewisse" schön, Erforschung kleiner Weg des "Großen und Ganzen", nämlich der Natur und die Welt.	Metapher der "Reise ins Ungewisse" ganz schön, Ausschnitt des Großen/Ganzen, der Natur und Welt	S3: Also ich finde das Bild von einer Reise durchs Ungewisse eigentlich auch ganz schön. Weil man noch nicht genau weiß, wo es hingehet und bei einer Reise wird auch was links und rechts liegen gelassen. Man kann nicht alles sehen. Und dass es halt sozusagen nur ein Ausschnitt ist vom Großen/ Ganzen. Nur ein kleiner Weg, ich würde sagen durch die ganze Natur, durch die ganze Welt. (I2.2; Z. 394-397)	
		Reise mit undefinierten Ziel (Reise als Ziel) und kontinuierlichen Weg darstellen	Interesse an Darstellung als Reise mit undefinierten Ziel, also der Reise als Ziel und kontinuierlichen Weg nachverfolgen.	Reise mit undefinierten Ziel (Reise als Ziel) und kontinuierlichen Weg darstellen	S1: Hier ist S1 nochmal. Ich bin jetzt auch verwirrt. Ich finde dass es eigentlich ganz gut ist, wenn man die Wissenschaft oder quasi die wissenschaftlichen Erkenntnisse als Reise darstellt. Einfach weil es gibt ja auch in der Wissenschaft viele Mischschritte zum Beispiel das aller erste Rosinenkuchenmodell von, ich weiß jetzt nicht wer es war, aber in der Physik mit den Atomen, wie das dargestellt wurde. Das es zwar in die richtige Richtung ging, allerdings da trotzdem quasi wenn man es metaphorisch darstellt eine falsche Abzweigung jetzt zum Beispiel war. Und ich finde es aber auch ganz gut, dass man dann wirklich klar macht, dass es nicht wirklich ein Ziel gibt. Einfach weil, ja gut, die Reise generell ist das Ziel und man kann ja jetzt auch nie wirklich das Ende der Welt quasi finden und wirklich wissenschaftlich belegen, finde ich. Eher so als kontinuierlicher Weg, könnte man das glaube ich darstellen. (I2.2; Z. 384-393)	
		Metapher als "Reise" eher nicht passend, weil schon viel Erfahrung mit Forschung gemacht und weiß woraus Forschung besteht	Eher unpassend Metapher mit "Reise", persönlich schon viel Erfahrung mit Forschung gemacht und weiß woraus es besteht.	Metapher als "Reise" eher nicht passend, weil schon viel Erfahrung mit Forschung gemacht und weiß woraus Forschung besteht	C: Ich weiß nicht, ob ich wirklich beim Statement zwei {das wissenschaftliche Arbeiten} als eine Reise darstellen würde. Es ist halt Forschung. Ja, also mir war immer bewusst, woraus Forschung besteht und ich habe da auch schon ganz früh Erfahrungen mitgemacht durch „Jugend forscht“ in Klasse 6 und auch immer im privaten Bereich. Also die „Nacht der Wissenschaft“ besucht und da auch mit den Forschern geredet und so und dadurch würde ich es persönlich auch gar	

					nicht als eine Reise darstellen. Aber das liegt auch daran, dass mir eigentlich schon immer klar war, woraus Forschung besteht. (I1.1; Z. 330-336)
		Sek 1 eher als "Reise" darstellen und ausschmücken, Sek 2 eher als Prozess und faktischer darstellen	Interessiert an Anfangszeit beim wissenschaftlichen Arbeiten (wie auf die Idee gekommen), Probleme und das Endprodukt. Sek 1 als Reise für "Kleinere" gut, später aber Prozess unterrichten.	Anfangszeit beim wissenschaftlichen Arbeiten spannend (wie kamen sie auf die Idee), Probleme thematisieren und Endprodukt. Sek 1 als Reise für "Kleinere" gut, später aber Prozess unterrichten	S1: Also ich glaube, ich wiederhole mich da wieder ein bisschen. Also aber ich finde vor allem die Anfangszeit [beim wissenschaftlichen Arbeiten] sehr interessant, um zu gucken, wie wurden die Personen da überhaupt zu gebracht irgendwie sowas zu erforschen oder da weiter zu denken. Und dann vielleicht Probleme, auf die sie gestoßen sind und zum Ende dann, wie halt das Endprodukt aufgenommen wurde. An sich finde ich das glaube ich als Reise, also tatsächlich Reise für Kleinere gut, aber trotzdem das man bei der Sek 1 auch so einen Prozess unterrichtet. Also vielleicht halt stundenweise diesen Prozess immer weiter aufbaut und dann von (unverständlich) zukommt. Das fände ich auch eine gute Idee. (I2.2; Z. 365-372)
			Sek 1 eher als "Reise" ausschmücken, Sek 2 eher als Prozess mit mehr Fakten darstellen.	Sek 1 eher "Reise" und ausschmücken, Sek 2 eher Prozess und faktischer machen	S2: Also Sek 1 würde ich sagen, dass es wirklich eine direkte Reise [des Wissenschaftlers*in] ist und Sek 2 eher der Prozess. Also nicht als Reise darstellen. (...) Sondern eher so und so hat es angefangen und dann gab es halt das Problem und das wurde so und so gelöst und das halt eher ein wenig faktisch machen und bei Sek 1 das eher so ein bisschen ausschmücken noch.(I2.2; Z. 374-375; 377-379)
		Einblicke in Prozess vom Misserfolg zum Erfolg	Zeigen wie es vom Misserfolg zum Erfolg gekommen ist. Kontext des Erfolges einbeziehen, wie Einsatz nun in Medizin.	Zeigen wie es vom Misserfolg zum Erfolg gekommen ist. Dabei betonen wo Erfolg nun eingesetzt wird z.B. in der Medizin.	D: Ja, ich finde man muss schon die Misserfolge erstmal zeigen und dann die Erfolge, damit man sieht wie sie dazu gekommen sind. Also zum Erfolg. Ich finde es schon wichtig, dass sie sagen, was sie mit diesem Erfolg machen werden in der Zukunft. Insbesondere im Medizinbereich ist es schon wichtig, ob sie das jetzt in Krankenhäuser einsetzen werden. Zum Beispiel irgendwelche Medizin neu erforschen oder sowas halt oder ob [die] jetzt noch in Forschungszeiten sind. Das ist schon wichtig zu zeigen, dass sie jetzt diese Erfolge in Zukunft einsetzen oder nicht. (I1.1; Z. 265-270)
			Kein Thematisieren von Misserfolgen in der Schule, eher Erfolge oder vom Misserfolg zum Erfolg. Mögliche Erwartungshaltung daraus: In der Schule muss am Ende immer die "richtige Antwort" herauskommen.	Wenig Aufmerksamkeit auf Misserfolge in der Wissenschaft im Unterricht. Beispiel sind immer Erfolge oder durch Zufall vom Misserfolg zum Erfolg in der Wissenschaft. Könnte auch zur Erwartungshaltung führen: In der Schule muss am Ende immer die "richtige Antwort" herauskommen und zum Erfolg führen.	3: Ja, also ich kenne das [Ansprechen von Misserfolgen in der Wissenschaft] auch nicht so, dass ich das je in der Schule gemacht habe oder jemals mit jemanden gesprochen habe, der das so gemacht hat. Die klassischen Beispiele sind halt immer die, die funktioniert haben oder halt genau die, die du gerade meinstest, wo dann zufällig, also wo dann ein Misserfolg im eigentlichen Sinne war, wo dann zufällig gleich parallel daraus eine andere Entdeckung entstanden ist. Das sind die Beispiele, die man dann auch noch kennt. Aber dieses, wo es dann auch einfach mal ins Nichts verlaufen ist oder die Beispiele, wo man dann halt auch mal sagt, 'so funktioniert halt leider nicht', dann ist das Projekt jetzt beendet. Die werden eigentlich nicht thematisiert, was dann vielleicht auch genau zu dieser Erwartungshaltung [führt] und andererseits, dass du immer siehst wie du gescheitert bist aber nur weil es in der Schule immer irgendwie eine richtige Antwort dabei herauskommen muss. Ja, das ist wahrscheinlich auch so. Das ist der Kreislauf, weil sie es auch nie vorgesagt bekommen, gehen sie auch

						davon aus, dass da immer was Richtiges dabei herkommen muss. (I2; Z. 623-634)
	Exemplarische Vorgehensweise	Exemplarisch aus Zeitgründen	Umsetzung wissenschaftliches Arbeiten in Schule über Überprüfen von Hypothesen."Großes Bild" der Wissenschaft nicht schaffbar aus Zeitgründen, deswegen vorkauen. Denkbar Interview von Wissenschaftler*in durchzunehmen mit Beschreibung der Vorgehensweise bei dessen Arbeit. Allgemein eher Lernen am Beispiel.	Wissenschaftliches Arbeiten wird über das Überprüfen von Hypothesen umgesetzt."Großes Bild" der Wissenschaft ist nicht schaffbar aus Zeitgründen, deswegen muss es vorgekaut werden. Denkbar wäre Interview von Wissenschaftler*in durchzunehmen, der beschreibt wie er vorgegangen ist bei seiner Arbeit (Lernen am Beispiel).	I: In der Schule macht man das [Thematisieren über wissenschaftliches Arbeiten] ja im Prinzip, indem man Hypothesen überlegt und wie kann ich jetzt meine Hypothese bestärken? Oder eben falsifizieren. Ich glaube so das ganz große Bild kann man in der Schule nicht schaffen, wenn ich ehrlich bin, da braucht man ja ganz viel Zeit letztlich. Das muss schon ein bisschen vorgekaut sein und dann wird es wieder etwas kürzer. Man kann ja letztlich als Aufhänger auch mal so ein Interview mit einem Wissenschaftler haben, der einem dann aufzeigt wie er vorgegangen ist, um zu einer bestimmten Erkenntnis zu kommen. Das ist Lernen am Beispiel letztendlich. Aber so das eigene Erlebnis wird man in der Schule nicht schaffen können. (I1.2; Z. 328-335)	
		Komplexität des Themas – daher Lernen am Beispiel	Wichtig kritischer Umgang mit Ergebnissen. Deutschland schon in Schulbüchern gut umgesetzt. Geht um Vermittlung von Tatsachen. Weg zu Erkenntnissen aus Zeitgründen nicht jedes Mal durchzunehmen. Denkbar Prozess zu Erkenntnissen einmal an Beispiel mit Leistungskurs durchzunehmen. Dabei sagen, dass andere Themen im Unterricht schon vorgefiltert sind. Gelten als Tatsachen und fertig.	Wichtig ist kritischer Umgang mit Ergebnissen und das wird in Deutschland z.B. bei Schulbüchern sehr gut gemacht. Vermittlung von Tatsachen, aber Weg zu den Erkenntnissen kann aus Zeitgründen nicht jedes Mal durchgenommen werden. Denkbar wäre den Prozess einmal an einem Beispiel im Leistungskurs durchzunehmen. Und dann sagen, dass anderes im Unterricht schon vorgefiltert ist und diese kriegen sie dann. Die gelten als Tatsachen und fertig.	K: Der kritische Umgang mit Ergebnissen; das halte ich persönlich für sehr, sehr wichtig. Weil es ist ja so in der Schule, da wird ja vorgefiltert. Das ist in Deutschland ja ziemlich gut, weil diese Lehrwerke in der Schule, die wir haben, die sind x-Mal geprüft, in der Regel auch von Wissenschaftlern. Manchmal kommt Pseudowissenschaft rein, aber es ist sehr selten in Deutschland. Und die meisten Sachen vermitteln wir eben als Tatsachen und so und so funktioniert es und aus diesem Grund. Wie man zu den Erkenntnissen gekommen ist, kann man zeitlich auch wieder nicht jedes Mal zeigen und deshalb will ich auch da sagen, wenn es irgendwie geht, insbesondere bei einem Leistungskurs, sollte das exemplarisch auch mal eine Doppelstunde oder so drauf verbracht werden, das den Schülern nahe zu bringen. Und das sind wir wieder bei dem ganzen Prozess: "Wie wird neue Erkenntnis gewonnen, wie wird eben auch wieder etwas verworfen, was ich nicht halten kann?" Aber ich sage exemplarisch. Ich würde sagen, dass macht man einmal und dann sagt man das: „Die anderen Sachen, die wir euch beibringen, die sind auch so entwickelt wurden, aber im Schulunterricht kriegt ihr das vorgefiltert. Da kriegt ihr nur die Sachen, die schon mal getestet wurden. Die heute als Tatsachen gelten und fertig.“ Wie es dazu kam, das kann man nicht bei jeder Sache machen. Das ist absolut ausgeschlossen. (I1.2; Z. 423-436)	
	Nutzung außerschulischer Angebote	Wichtige Erfahrung mit nachhaltiger Wirkung, deswegen dafür Zeit nehmen	Empfindung bei Reisen (außerschulische Lernortbesuche) als wichtige Erfahrung, für die man sich Zeit nehmen sollte, weil man dort am meisten mitnimmt.	Außerschulische Lernorte (Reisen) werden als wichtige Erfahrungen für die Schüler*innen wahrgenommen.	B: Ja. Und generell finde ich so Reisen einfach cool, auch wenn das oft im Unterricht, manche sagen ja: „Man hat nicht so viel Zeit“ und so, aber ich finde, dass ist am Ende so, dass wo man am meisten mitnimmt. (I1.1; Z. 327-329)	

			<p>Planung einer Forschungsreise sowie weitere Möglichkeit zur Kontaktaufnahme mit Wissenschaftler*innen</p>	<p>Planung einer Forschungsreise mit Klasse sowie das Bereitstellen von Informationen und Kontakten zur Wissenschaft.</p>	<p>Planung einer Forschungsreise mit Klasse sowie das Bereitstellen von Informationen und Kontakten.</p>	<p>S: Wobei also jetzt aktuell plant Herr ... tatsächlich auch {ein Laborbesuch, eine Forschungsreise oder zu schauen, wie Wissenschaftler*innen so arbeiten} oder er versucht es auf jeden Fall. Er bietet auch immer wieder an eben mit uns Informationen oder auch Kontakte so zu geben, wenn wir in bestimmten Themen eben noch mehr Interesse haben. (I3; Z. 203-206)</p>
			<p>Forschungserfahrungen durch Jugend Forscht mit eigenverantwortlichen Lernen sowie kennenlernen von Methoden auf Forschungsfahrt</p>	<p>Konzept von "Jugend forscht" als spannend empfunden durch die Eigenorganisation oder Forschung auf Profifahrt, wo man andere Methoden kennengelernt hat.</p>	<p>Konzept von "Jugend forscht" als spannend empfunden durch die Eigenorganisation oder Forschung auf Profifahrt mit anderen Methoden.</p>	<p>C: Also ich fand das ganze Konzept von Anfang sehr spannend. „Jugend forscht“ war auch außerhalb des Unterrichtes und auch eigenorganisiert unter der Aufsicht einer Lehrkraft. Ich muss sagen, ich fand auch unsere Forschung auf unserer Profifahrt interessant. Generell denke ich, dass das was möglich ist an Methoden darzustellen, ist immer interessant. Ich denke, langweilig wird es erst, wenn man so lange wiederholt bis es nicht mehr geht. (I1.1; Z. 296-300)</p>
			<p>Besonderes Interesse bei Forschungsfahrt an Kennenlernen und Ausprobieren von 3D Mikroskopen</p>	<p>An Forschungsreise nach Sylt auch interessant, dass nicht nur 2D sondern 3D Mikroskope ausprobiert werden konnten mit verschiedenen Tieren und dem eigenständigen Ausprobieren.</p>	<p>An Forschungsreise nach Sylt auch interessant, dass nicht nur 2D sondern 3D Mikroskope ausprobiert werden konnten mit verschiedenen Tieren und dem eigenständigen Ausprobieren.</p>	<p>A: Ja, ich kann da nur zustimmen. Ich fand die Forschungsreise nach Sylt auch ziemlich interessant. Vor allem hatten wir da Mikroskope, die nicht nur 2D wiedergespiegelt haben, sondern auch 3D waren und das fand ich ziemlich interessant, weil es eine ganz andere Art war, sich die Sachen genauer anzuschauen. Wir hatten uns ja auch auf verschiedene Tiere oder verschiedene Gattungen beschränkt und da nachher auch von anderen zu erfahren, wie die das so empfunden haben und was die so herausgefunden haben, fand ich auch sehr interessant. (I1.1; Z. 303-308)</p>
			<p>Interesse an eigenständigen Forschen wie bei Forschungsfahrt sowie Gespräch mit Wissenschaftler*innen in Hinblick auf Berufsorientierung</p>	<p>Mehr praktische Möglichkeiten zum Forschen nutzen, wie bei Profifahrt nach Sylt. Interessant dort mit Leuten zu sprechen, Räume zu sehen. Auch in Hinblick auf Berufswunsch als Wissenschaftlers*in.</p>	<p>Praktische Möglichkeiten zum Forschen nutzen, wie bei der Profifahrt nach Sylt. Dort mit Leuten sprechen und deren Räume zu sehen war sehr interessant. Auch in Hinblick auf den Berufswunsch des Wissenschaftlers*in.</p>	<p>B: Ich fand auch cool, dass jeder sowas anderes gemacht hatte. Das man dann, klar, auch zusammen forschen musste, um etwas herauszufinden, aber das am Ende auch dieses individuelle, dass man da einfach nochmal schauen kann: „Okay. Wie schaut es bei denen aus?“ Wie läuft es, um nochmal zurückzukommen, wenn es mal nicht klappt. Aber generell einfach, also ich finde so Versuche oder so wissenschaftliche Aspekte richtig cool. Im Schulkontext ist es zwar immer etwas schwer, sowas zu machen, zumindest so größere Projekte, aber ich finde die eigentlich besonders wichtig, um einfach mal einen Blick da hinein zu bekommen. Oder so wie wir es jetzt gemacht haben, nach Sylt zu fahren: Einfach mal dahin zu fahren, um da zu sein wo die Leute wirklich forschen und dann sozusagen deren Räume mit zu nutzen und mit denen zu forschen. Das die einen betreuen und gucken, um wirklich dann die Nähe dazu herzustellen und die Menschen dort zu treffen. Das ist nochmal was anderes als hier zu sein und ab und zu mal Sachen zu mikroskopieren, weil das dann doch relativ fern ab von dem ist, was man (unverständlich). Klar es hängt vom Bereich ab, aber es ist dann ja nicht, also zumindest finde ich es schwer vom Schulkontext herauszufinden, wie der Job eigentlich ist? Wenn man</p>

						jetzt so ein bisschen mal in die Richtung geht. Paar von uns sind auch ein bisschen dahin und wollen vielleicht auch beruflich in die Richtung [gehen] und da ist es dann auch einfach wichtig und gut auch solche Menschen kennenzulernen. (I1.1; Z. 309-324)
			Schreiben einer Forschungsarbeit	Ersatzleistung zu bestimmten Themen als Art einer Forschungsarbeit geschrieben.	Ersatzleistung zu bestimmten Themen als Art einer Forschungsarbeit geschrieben.	C: Ich würde sonst auch noch eine Sache ergänzen. Wir haben ja auch einiges an Ersatzleistungen zu bestimmten Themen geschrieben und das ähnelt natürlich nur in einem gewissen Maße der Forschungsarbeit, allerdings fand ich das auch immer ganz interessant. Also klar, es war mit viel Stress verbunden, aber ich finde das geht auch schon so ein bisschen in die Richtung. Es ist eine sehr kurze Abhandlung, was hatten wir – so 15/20 Seiten, irgendwie so. Aber man hat eine Leitfrage und man muss selbst zusammen suchen, vertrauenswürdige Quellen finden und sich selbst nochmal Gedanken machen. (I1.1; Z. 347-353)
		Thematisierung von Misserfolge in der Wissenschaft	Misserfolge stärker thematisieren	Misserfolge sollten mehr im Vordergrund stehen sowie Weg dann zum Erfolg. Z.B. Katalina Kariko und dem mRNA Impfstoff. Wunsch mehr in die Richtung zu machen.	Misserfolge in der Wissenschaft sollten eigentlich mehr im Vordergrund stehen, dass dies zum Erfolg geführt hat wie bei Katalina Kariko und dem mRNA Impfstoff. Wunsch mehr in diese Richtung im Unterricht zu machen.	2: Also ich finde genau diese Misserfolge, das muss eigentlich im Vordergrund stehen. Dass das letztendlich bei dieser einen Person doch zum Erfolg geführt hat. Also ich vergesse immer den Namen, Katalina [Kariko], die mit dem m-RNA Impfstoff. Also wenn man deren Lebenslauf anguckt, dann kann man eben auch schön sehen, dass sie irgendwie an vielen Stellen nicht weitergekommen ist. Und jetzt da eben mit diesem m-RNA Impfstoffen, jetzt irgendwie zufällig [zum Erfolg gekommen ist], weil sie irgendwas anderes erforscht hat und eigentlich irgendwo ganz anders hinwollte. Und das jetzt quasi dazu geführt, dass wir jetzt hier relativ erpruppt und schnell so einen Impfstoff bekommen haben. Da hat eine Schülerin letztes Schuljahr mal ein Referat darüber gehalten und das fand ich halt so spannend. Das haben wir dann hinterher auch nochmal beleuchtet und gesagt haben „ach ja, ich glaube das geht ganz vielen so in der Forschung und in der Wissenschaft. Das sie ganz viel negative Erfahrungen machen, bevor vielleicht irgendwann mal eine positive kommt. Oder vielleicht halt auch nicht.“ Aber das machen wir nicht. Ich glaube das müssten wir auf jeden Fall mehr machen in Schule. (I2; Z. 610-622)

			<p>An Schüler*innen vermitteln: Wissenschaftliches Arbeiten ist vielmehr Weg mit Erfahrungen, Hindernissen und das nicht alles auf Anhieb klappt. Auch Rückschläge diesbezüglich thematisieren.</p>	<p>Misserfolge wichtig, um den eventuellen Erfolg besser zu verstehen. Und das praktisch bei einer Forschungsfahrt mal mitzuerleben und eventuelle Fehler beim Arbeiten zu erkennen und daraus zu lernen</p>	<p>I: Ich glaube ganz wichtig für Schüler ist, wenn Sie über die Arbeiten der Wissenschaftler erfahren sollen, dass es bei weitem nicht problemlos [ab]läuft. Sondern mit vielen, vielen Rückschlägen. Das diese Geduld aufgebracht werden muss, viele Experimente zu machen und diese sehr häufig zu wiederholen letztendlich. Ich glaube, in den Schulen wird den Schülern so ein Bild vermittelt: „Ich will jetzt dies herausfinden und dann mach ich jetzt einen Versuch, dann hab ich meine Erkenntnis und alles ist wunderbar“. Das ist letztendlich ein falsches Bild, insofern finde ich die Aussage in der grünen Blase sehr passend. Das es letztendlich eine Reise mit vielen Erfahrungen und großen Hindernissen ist und den Umgang damit. Und was man da letztlich am Ende [he] rauskriegt. Dieser Weg sollte den Schülern deutlicher gemacht werden, eben ein Weg mit Hindernissen und nicht so einfach wie man das immer annimmt. Auch mal mit Rückschlägen. (I1.2; Z. 316-325)</p>
			<p>Forderung nach mehr Veröffentlichungen über Irrwege oder fehlgeschlagene Experimente. Gehören zum wissenschaftlichen Arbeiten dazu.</p>	<p>Irrwege werden nicht publiziert, bekommen zu wenig Aufmerksamkeit (auch in der Schule). Sollten daher aber mal erzählt werden, weil es zum naturwissenschaftlichen Arbeiten dazugehört.</p>	<p>3: Und wie du auch schon gerade sagtest, es werden halt nie Irrwege publiziert. Also es immer so, wie in der grünen Sprechblase hier 'es ist eine Reise mit großartigen Erfahrungen, mit Hindernissen, aber am Ende kommt doch was dabei heraus.' Das ist der Weg, der präsentiert wird, aber manchmal kommt am Ende ja gar nichts dabei heraus. Manchmal hat man ein Hindernis und dann war es das direkt. Dann ist das Experiment fehlgeschlagen. Das sind die Geschichten, die nie erzählt werden. Und die man aber erzählen sollte, weil es ist halt (unverständlich), wenn man naturwissenschaftlich arbeitet. (I2; Z. 354-359)</p>
		<p>Wichtig auf Misserfolge einzugehen, um Erfolge auch besser zu verstehen.</p>	<p>Misserfolge wichtig, um eventuellen Erfolg besser zu verstehen. Interessantesten dies mal praktisch bei einer Forschungsfahrt mitzuerleben, um eventuelle Fehler beim Arbeiten mitzubekommen und daraus zu lernen.</p>	<p>Misserfolge wichtig, um den eventuellen Erfolg besser zu verstehen. Und das praktisch bei einer Forschungsfahrt mal mitzuerleben und eventuelle Fehler beim Arbeiten zu erkennen und daraus zu lernen</p>	<p>A: Ich finde es auch wichtig, dass man Misserfolge mit [he]reinnimmt, um einfach auch den Weg zu verstehen, wie sie es geschafft haben diesen eventuellen Erfolg zu erzielen. Und ich persönlich würde, ich weiß gar nicht, ob das schon gesagt wurde, also ich würde es total interessant finden, wie C. schon sagte, nicht auf so eine Reise aber auf so eine Fahrt, eine Forschungsfahrt, mitzukommen und eben da auch nicht die Priorität darauf zu setzen, das wirklich zu erfüllen. Sondern eventuell auch einfach Fehler zu finden, um mit dem Ausschlussprinzip dann vielleicht auch weiterarbeiten zu können. Das ist dann an der Stelle vielleicht auch wichtig. (I1.1; Z. 258-264)</p>
		<p>Misserfolge bringen kein Geld sondern die Erfolge</p>	<p>Wirtschaftliche Gründe über das nicht Berichten von Misserfolgen in der Wissenschaft: Verdient kein Geld nur über</p>	<p>Nicht Berichten über Misserfolge hat auch wirtschaftliche Gründe - man verdient kein Geld mit nur über Misserfolge zu berichten, sondern über die Erfolge.</p>	<p>ML: Ich kann glaube ich nochmal was zu dem Zitat sagen, aber hierzu kann man auch ganz gut was sagen. Ich finde einfach, dass es sehr wirtschaftlich präsentiert werden muss. Diese Idee, das man halt über Sachen berichtet, solange man jetzt nicht über wissenschaftliche</p>

			Misserfolge zu berichten, sondern über Erfolge.		Wege, zum Beispiel Artikel oder auch Zeitschriften, sich nicht informiert, ist es eigentlich so, dass nirgendwo so stehen wird: „Wissenschaftler scheitern ein weiteres Jahr daran AIDS zu heilen“ oder so was, als Beispiel. Die meisten Sachen, wo sowas erwähnt wird, ist im Kontext von anderen Krankheiten. Wenn man zum Beispiel über Corona redet, dass das in einem Artikel erwähnt wird: „Ja, wir haben auch immer noch keinen Impfstoff gegen so und so was.“ Aber ich glaube nicht, dass es wirklich sowas geben kann, wenn man jetzt ehrlich ist. Das liegt einfach daran, dass Unternehmen Geld verdienen wollen und man kein Geld damit verdient, wenn man sagt, dass es etwas nicht gibt. Sonst würden ja die ganze Zeit Unternehmen darüber reden, dass es immer noch keine Einhörner gibt, was auch sehr witzig wäre. Aber naja. (S1; Z. 300-311)
		Bislang Misserfolge wenig in Biologie thematisiert	Misserfolge in der Wissenschaft bisher eher wenig im Biologieunterricht behandelt. Eher in anderen Fächern.	Misserfolge in der Wissenschaft bisher eher wenig im Biologieunterricht behandelt, eher in anderen Fächern wie Philosophie.	1: Ich überlege tatsächlich gerade so [zum Thematisieren von Misserfolgen in der Wissenschaft]. So spontan wüsste ich auch nicht, wo ich das so direkt drin habe. Ich habe auch da wieder in Philosophie eher mal den Zugang dazu, weil man dann da über Identität oder sowas spricht oder über Lernen und sowas 'was ist der Mensch' und so. Und da kommt natürlich eher mal das Thema auf. Das man sagt, okay, das gehört zum Menschen dazu und das Scheitern für uns immer irgendwo eine Sache ist, die man meistens schwer akzeptiert. Das habe ich immer in Philosophie, weil es dann da irgendwo auch meistens gut passt. In Biologie, da wo man sagen würde: 'Okay da kann es nun wirklich an zig Anwendungsbeispielen nachvollziehen.' Da habe ich es tatsächlich bis jetzt eher ein wenig stiefmütterlich behandelt. (I2; Z. 635-643)
		Am besten exemplarische Darstellung der Irrwege wissenschaftlichen Arbeitens	Wissenschaft viel komplexer, nicht möglich das im Unterricht so darzustellen. Deswegen komplexe Wissenschaft mal an einem Beispiel als spannende Geschichte anschauen z.B. auch die Fehlwege zeigen.	Wissenschaft ist viel komplexer, daher nicht möglich das im Unterricht so darzustellen. Aber gut möglich komplexe Wissenschaft mal an einem Beispiel als spannende Geschichte anschauen z.B. auch die Fehlwege zeigen.	K: Ich denke, das Problem, das Wissenschaft viel komplizierter ist, als das was wir vermitteln können, kann man am besten angehen, indem man an einem Beispiel die ganzen Fehlwege, die Wissenschaftler machen müssen bevor sie ans Ziel kommen mal exemplarisch zeigt. Ich denke, das können wir nicht permanent in der Biologie machen. Weil gerade in der Biologie gibt es viel mehr Fehlwege als das, was sich nachher als richtig herausgestellt hat. Dafür hat man einfach keine Zeit. Aber das einmal exemplarisch an einer spannenden Geschichte zu machen, fände ich wirklich sehr gut für die Biologie. (I1.2; Z. 357-363)
			Mitteilen das nicht immer alles auf Antrieb in der Wissenschaft funktioniert, aber kein Hauptfokus im Unterricht.	Schüler*innen mitteilen, dass in der Wissenschaft nicht immer alles auf Antrieb funktioniert, aber kein Hauptfokus im Unterricht.	S: Also wir glauben, dass es auf jeden Fall gut ist, [das Berichten über Misserfolge] auch den Schülern mitzuteilen. Aber das daraus nicht der Hauptunterricht bestehen sollte. (...) Gerade weil man eben damit beschäftigt ist manche Themen zu lernen und [das] Zeit in Anspruch nimmt. Wobei, also wie gesagt, kurz auf jeden Fall mitteilen, dass es sowas gibt und dass nicht alles in der Wissenschaft immer auf Antrieb

						so funktioniert, aber eben nicht zu sehr darauf konzentrieren. (I3; Z. 214-215; 219-221)
				Beispiel bei Misserfolge in Wissenschaft darf nicht allzu lange dauern, könnte sonst demotivierend wirken (großes Interesse vielleicht nicht vorhanden).	Beispiel bei Misserfolge in Wissenschaft darf nicht allzu lange dauern, könnte bei längeren Ausführungen demotivierend wirken (großes Interesse vielleicht nicht vorhanden).	I: Wobei {das Aufzeigen der Irrwege anhand eines Beispeils} auch nicht zu lange dauern darf, denn das ist ja wahnsinnig demotivierend {für die Schüler*innen}. Nicht jeder Schüler ist letztendlich so groß am Fach interessiert, wenn es nicht gerade ein Profifach ist oder LK. Also überreizen darf man das nicht. (I1.2; Z. 364-366)
				Sinnvoll darstellen der Misserfolge an einem Beispiel (ca. 1-2 Stunden)	Sinnvoll darstellen der Misserfolge an einem Beispiel (ca. 1-2 Stunden)	I: {Das Darstellen der Misserfolge in der Wissenschaft} an einem Exemplar finde ich eigentlich ganz sinnvoll. Ob das jetzt eine Stunde oder zwei Stunden ist, das ist dann eigentlich egal. (I1.2; Z. 370-371)
		Methodische Zugänge	Lerntagebuch	<p>Bericht über Lerntagebuch mit 9. Klasse über längeren Zeitraum ausgefüllt, Dadurch Dokumentation und Hervorhebung der Lernprozesse. Fürchterliches Feedback zur Methode, als sehr anstrengend empfunden. Aus Lehrersicht aber wichtig, deswegen Handlungsbedarf zur weiteren Förderung, auch in kleineren Klassen.</p>	<p>Methode für Schüler*innen Lerntagebuch über längeren Zeitraum ausfüllen, um Lernprozesse stärker zu dokumentieren und in den Vordergrund zu rücken. Methode kam nicht gut bei Schüler*innen an. Fanden dies furchtbar und haben sich dagegen gewehrt. Nach Einschätzung der Lehrkraft: Müssen da heran und dies schon in kleineren Klassen fördern, die Prozesse beim praktischen Arbeiten zu hinterfragen.</p>	<p>2: Also ich glaube im Sinne von Reise, also da fällt mir halt wieder dieses, ich habe dieses im WPU-Kurs mal eine Zeit lang gemacht, als die relativ selbstständig in dieser Science Olympiade gearbeitet haben. Da heb ich halt gesagt nach jeder Woche gab es halt so Reflexionsfragen, also das sie so eine Art Lerntagebuch schreiben sollten, was ich mir dann anguckt habe. Und das waren halt immer die gleichen Fragen also was habe ich geschafft, welche Probleme sind aufgetreten, was habe ich jetzt dazugelernt irgendwie. Also das ist ja eigentlich, eigentlich wäre es ja ganz spannend. Wenn die Schüler jeden Tag nach Hause gehen und unterwegs denken „Aha, war das jetzt irgendwie sinnvoll, dass ich heute in die Schule war? Bin ich jetzt irgendwie schlauer als heute Morgen? Habe ich irgendwas Spannendes gelernt oder was schwirrt mir im Kopf rum?“ Und das war meine Idee dahinter. Und das halt mal wirklich über einen längeren Zeitraum zu machen, um diesen Prozess, diesen Lernprozess den sie da haben, dass sie sich den angucken, weil das ist ja eigentlich das. Also natürlich auch, was habe ich inhaltlich mitgenommen, aber was ich denn sonst eigentlich alles hier sonst so gelernt nebenbei, was mir vielleicht so gar nicht auffällt. Und da habe ich halt auch gemerkt, dass die Schüler sich extrem dagegen gewehrt haben. Also die mussten das mal, glaube ich, zwei Monate machen und dann haben sie ein Feedback gegeben zu diesen Lerntagebüchern und sie haben wirklich ganz ganz, sie haben gesagt, wir können wirklich alles machen hier, aber nie wieder ein Lerntagebuch schreiben. Also das fanden die ganz furchtbar. Aber ich glaube da müssen wir ran. Und das ist auch was, ich meine das war dann eine neunte Klasse, das fanden sie da vielleicht schon doof. Wir müssen das halt in den kleinen Klassen anlegen. Das wir die Prozesse, die wir da fahren nochmal hinterfragen. War das jetzt gut oder nicht. (I2; Z. 557-576)</p>

				<p>Sinn ist nicht Experiment nachzumachen bei zu erwartbarem, richtigen Ergebnis, sondern geht um kreative Ideen zum Probleme lösen und Lerneffekt daraus. Grundidee von Naturwissenschaften neu definieren: Nicht Ergebnis sondern Prozess dahin entscheidend.</p>	<p>Es geht nicht darum ein Experiment nachzumachen, bei dem das richtige Ergebnis schon eh im Vorfeld klar ist, sondern es geht um die kreativen Ideen, um Probleme zu lösen und aus den Fehlern zu lernen. Deswegen muss man Grundidee von Naturwissenschaften den Schüler*innen neu definieren, dass nicht etwas sofort richtig oder falsch ist sondern der Prozess dahin entscheidend ist.</p>	<p>3: [Zu den Erfahrungen,] ja, ich hatte mal so einen Wahlpflichtkurs. Wo es einfach genau darum ging, naturwissenschaftliches Arbeiten zu erlernen. Und ich dachte gerade auch so, dass genau dass das Problem ist, was du gerade sagtest. Es geht ja gar nicht darum irgendein Experiment nachzumachen oder irgendein Versuch, den sowieso schon irgendwie jeder mal selber gemacht hat und wo man eigentlich weiß, was das richtige Ergebnis ist. Sondern es soll ja eben genau darum gehen, diese eigenen kreativen Ideen zu entwickeln, um Probleme zu lösen um aus Fehlern zu lernen. Und ich glaube man muss denen das vielleicht auch anders verkaufen. Also allgemein diese Idee der Form von irgendwie Wissenschaft oder Naturwissenschaft, wie das funktioniert. Also auch das, was 1 gerade sagte. Das man das halt auch mal, erstmal den Begriff an sich definiert. Was bedeutet das denn eigentlich? Und es geht ja nicht darum, was direkt richtig oder falsch ist. Sondern das der Prozess dorthin eigentlich der ist, der jetzt wichtig ist. (Unverständlich) Ja genau, da ist vielleicht eine falsche Vorstellung in den Köpfen der Schüler da ist, was das eigentlich bedeutet in den Naturwissenschaften. Es bedeutet nicht eine Idee zu haben und dann kann ich sagen, das ist richtig oder falsch. Sondern dieser Weg dahin ist ja eigentlich entscheidend. (I2; Z. 431-444)</p>
			<p>Experimente</p>	<p>Wünschenswert eigenständiges Erarbeiten von Fragestellungen und Experimentieren (z.B. durch Experimentierboxen mit keiner bestimmten Fragestellung), Problem ist Strukturierung des Unterrichts (SuS müssen das gar nicht selbst erarbeiten, kriegen alles vorgekaut).</p>	<p>Spannende Methode mit Experimentierboxen und keiner konkreten Fragestellung, sondern selbst unterschiedliche Fragestellungen erarbeiten mit Materialien und Hinweisen. Wünschenswert wäre das eigenständige Erarbeiten von Fragestellungen und dem Experimentieren, aber Problem ist die Strukturierung des Unterrichts (SuS müssen das gar nicht, kriegen alles vorgekaut). Deswegen Wichtigkeit zur Beantwortung der Frage herausnehmen und mehr die Wichtigkeit des Prozesses stärken.</p>	<p>3: Ich habe letztens von so einer spannenden Methode gehört. Also das waren irgendwie so Boxen, so Experimentierboxen und das (...) es keine konkrete Fragestellung gibt, die untersucht werden soll. Sondern die Kinder müssen anhand von Materialien und Hinweisen, die sich in dieser Box befinden, erstmal eigenständig eine Fragestellung sich überlegen, die man überhaupt mit diesem Material untersuchen kann. Und das Material ist dann wohl irgendwie eben auch so zusammengestellt, dass schon in dieselbe Richtung, aber auch schon unterschiedliche Fragestellungen möglich sind damit. Und dass man dann eben zum Beispiel (Pause), weiß ich nicht mehr, ich glaube ich kriege das nicht mehr zusammen. Es ging dann zum Beispiel um den Wassertransport bei Pflanzen durch den Stängel oder so, ich kriege das nicht mehr ganz zusammen. Aber auf jeden Fall, da war dann Material drin und konnten die sich unterschiedlich schwierige Fragestellung diesbezüglich ausdenken und dann eben auch mit dem Material die Fragestellung untersuchen. Also vielleicht hilft es ja auch, wenn man diesen klassischen Weg so ein bisschen aufspricht und der eben nicht, weil ich glaube auch, dass wenn man da so einer Fragestellung begegnet, dann wollen die halt direkt die Antwort wissen. So wie ihr das gerade schon gesagt habt. Dann sind die darauf getrimmt: „Es gibt eine richtige Antwort und die muss ich jetzt herausfinden.“ Der Weg dahin, der fällt dadurch halt eben weg. Aber wenn man eben so anders anfängt. So in der Mitte. So hier ist das Material und ihr müsst euch jetzt eine Fragestellung dazu aussuchen. Dann startet der Weg gleich ganz anders und dann habe ich das vielleicht gar nicht so sehr im Hinterkopf, so dieses „ich muss jetzt diese Frage hier direkt beantworten“.</p>

						So dann wird die Wichtigkeit der Beantwortung der Frage so ein bisschen herausgenommen, finde ich. Ich weiß nicht mehr wie das hieß, diese Boxen hatten irgendein bestimmten Namen. Habe ich irgendwie vergessen. (I2; Z. 509-529)
	Einbindung historischer Beispiele	Beispiele von Schüler*innen, wo der Weg des Wissenschaftlers (Milekton, Penicillin, Evolutionstheorien) einmal ausführlicher im Unterricht besprochen wurde	Wissenschaftlichen Prozess im Rahmen von Problemen bei Milektons Versuchen und Evolutionstheorien durchgenommen.	Wissenschaftlichen Prozess im Rahmen von Problemen bei Milektons Versuchen und Evolutionstheorien durchgenommen.	S2: Letztens im Physikunterricht haben wir über ein Experiment [als Beispiel über das Sprechen von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen] gesprochen, ich weiß leider gar nicht mehr wie der Herr hieß. Aber es ging darum [Anmerkung von S3; S4, S5: Milleton? Middleton? Milekton.] Milekton genau. Und da wurde uns auch erzählt auf was für Probleme er gestoßen ist bei seinem Versuch. Und wie er das dann schlussendlich gelöst hat. Und ja, wir haben schon Erfahrungen damit gemacht. Und wie gesagt auch bei den Evolutionstheorien, dass wir auch auf andere Evolutionstheorien eingegangen sind und nicht nur auf die des heutigen Wissenstandes. (I2.2; Z. 307-313)	
Interessant wissenschaftlichen Prozess bei Evolutionstheorien sowie Milektons Versuchen (wie Problem gelöst) nachzuvollziehen. - Gut zu erfahren, dass Leute auch scheitern.			Interessant den wis. Prozess bei den Evolutionstheorien anzuschauen (historisch) sowie bei Milekton (wie Problem gelöst) den Weg zum Ergebnis nachzuvollziehen - Gut zu erfahren, dass Leute auch scheitern	S3: Also ich persönlich fand es schon interessant so wie es sich entwickelt hat [mit den wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen] vor allem bei den Evolutionstheorien. Bei Millekton fand ich es interessant, dass jemand überhaupt so smart ist seine (lachen) eigenen Probleme so gut zu lösen. Also der stand wirklich vor einem großen Problem, wo man so dachte hätte 'ja, das muss ja jetzt einfach funktionieren', aber es hat nicht funktioniert. Und dann den Prozess nachvollziehen zu können und wie es dann schlussendlich zum Ergebnis gekommen ist, dass dieser Versuch funktioniert hat. Das fand ich schon interessant. Und mich hat es jetzt irgendwie selber nicht so unglaublich motiviert auch irgendwie so ein schlauer Kopf zu werden. Aber ich denke es ist [gut], wenn man erfährt, dass Leute auch scheitern. Dass das da vielleicht auch ein Ansporn ist. (I2.2; Z. 317-325)		
Weg wissenschaftlichen Arbeitens bei Penicillin angeschaut. Interessiert an besondere wissenschaftliche Wege. Nicht als Vortrag sondern zum Anfassen und Ausprobieren.			Weg wissenschaftlichen Arbeitens bei Penicillin angeschaut. Interessant noch mehr auf besondere Wege einzugehen und das nicht als Vortrag sondern zum Anfassen und Ausprobieren.	S.: Also den einzigen Punkt, den wir mal im Unterricht hatten, wo ich mich erinnern kann, wo wir diesen Weg [des wissenschaftlichen Arbeitens] gesehen haben, war beim Penicillin, das durch Zufall gefunden wurde. Durch diese Pilzkultur glaube ich. Also wenn man im Generellen vielleicht mehr auf so besondere Wege eine Sache herauszufinden eingehen würde, fände ich das schon interessant. Die Frage ist halt nur, wie man es macht. Wenn man jetzt einfach nur Vorträge hört von „ja und dann hat er das und das gemacht und dann ist er gescheitert“, das wäre glaube ich nicht so gut. Ich glaube, es wäre dann besser, wenn man etwas zum Anfassen hätte. Wenn man die Methoden, die dabei ausprobiert wurden, dann auch mal selber ausprobieren kann, soweit das möglich ist. Das ist ja nicht zu kompliziert sowas. (S1; Z. 376-383)		
Naturwissenschaftliches Arbeiten anhand eines historischen Beispiels mit Schülervorstellungen früherer Forschung vs. heutiger wie Entstehung		Naturwissenschaftliches Arbeiten am besten an einem geschichtlichen Beispiel veranschaulichen z.B. Zeitstrahl mit Schülervorstellungen früherer	Naturwissenschaftliches Arbeiten sollte am besten über ein geschichtliches Beispiel z.B. einem Zeitstrahl mit Schülervorstellungen zur früheren Forschung und heutiger Forschung veranschaulicht	L: Also um auf die 1. Aussage da [zum internationalen und interdisziplinären Forschen] nochmal zu kommen: Was ich immer ganz gut finde, wenn man es an einem Beispiel aus der Geschichte zeigen kann. Und was ich da ganz gerne mache ist von der Chemie her jetzt natürlich oder wenn es um die Atome geht und wenn ich da sagen		

			des Periodensystems oder einem Briefwechsel durchführen	Forschung vs. heutiger Forschung mit der Entstehung des Periodensystems, Briefwechsel zwischen Forscher*innen. Dabei auch auf das interdisziplinäre Arbeiten eingehen.	werden (Vergleich wie funktionierte Forschung früher vs. heute), um zu zeigen was die Unterschiede wie man heute und früher geforscht hat z.B. Briefwechsel, Periodensystem als einheitliche Sprache. Dabei auch auf das interdisziplinäre Arbeiten eingehen.	kann oder erklären kann, was ist denn damals passiert und dann ist praktisch 2000 Jahre lang nichts passiert und ich lass die immer einen Zeitstrahl zeichnen, der passt gerade auf ein DIN A4 Blatt und dann: Welche Vorstellungen gab es damals, was haben die da gewusst, was haben die da beobachtet? Und ich glaube, das ist auch wieder etwas, das man in der Mittelstufe richtig und gründlich machen kann. Das die da eine Vorstellung haben; was war denn ein Naturwissenschaftler früher. Was der alles beobachtet hat. Der hat sich um alles gekümmert. Und wen man dann sieht auf dem Zeitstrahl, ab wann da wirklich was passiert ist, dann sieht man, dass da in den letzten 60 – 70 Jahren unheimlich viel passiert ist. Und dann sag ich immer: Und dazwischen? Ist denn da gar nichts passiert? Natürlich ist da ganz viel passiert. Aber so wirklich vorwärts gekommen ist man dann als man die Instrumente hatte. Und dann kommt dazu, da gibt es natürlich in der Chemie so Briefwechsel. Das gibt es in der Biologie vielleicht auch zwischen Biologen. Wenn man sich dann vorstellt in welcher Zeit das war mit Pferdekutsche und jeder hat geforscht. Und die haben das ja teilweise gleichzeitig eigentlich gefunden. Oder an bestimmten Stellen erwähne ich einen Alchemisten wo der Chemiker dasaß und seine Helfer hatte und jeder wollte das Gold finden. Der hatte doch gar kein Interesse daran, dass ein anderer weiß was ich mache. Und da, an diesen Stellen, das sind bei mir kurze Abschnitte, das geht ja nicht stundenlang, aber das mal sich ins Bewusstsein zu rufen und dann zu fragen: Wie ist das heute? Und das wir heute eine internationale, einheitliche Sprache haben. Da kommt mir natürlich in der Chemie das Periodensystem mit all den Sachen zu Gute. Aber das sind so für mich die Stellen wo ich auf das heutige naturwissenschaftliche Arbeiten eingehen kann. Und dann passt auch diese erste Aussage. Und dann komme ich auf das Interdisziplinäre. Und die Frage ist jetzt: Wie können die Schüler sehen, erleben, aktuell? (I1.1; Z. 32-55)
		Vermittlung durch echte Wissenschaftler*innen	Wunsch nach mehr Forschungsbezüge durch aktuellen Stand der Forschung, Aussichten, Gespräch mit Wissenschaftler*innen	Mehr Bezug zur Forschung im Biologieunterricht durch aktuellen Stand der Forschung, Aussichten oder Gespräch mit Wissenschaftler*innen.	Mehr Bezug zur Forschung im Biologieunterricht	B: Ich muss sagen, dass ich den Forschungsbezug im Unterricht richtig gut finde. Auch wenn das jetzt nichts ist, was bewiesen ist oder irgendwie sowas. Sondern wenn es einfach darum geht: Ok, wo stehen wir eigentlich von der Forschung und was sind vielleicht Aussichten? Oder vielleicht auch mal mit Menschen zu reden, die in solchen Bereichen forschen. Deswegen, fände ich auf jeden Fall cool. (I1.1; Z.147-150)

			<p>Wissenschaftler*innen sollten deutlich machen, dass sie ganz normale Menschen sind. Dabei auch auf Fehler und ihren wissenschaftlichen Prozess eingehen.</p>	<p>Vermittlung von Wissenschaftler*innen als ganz normale Menschen, die Spaß an der Sache haben, im Team arbeiten und Einblicke geben wie sie mit dem Scheitern umgehen.</p>	<p>Wissenschaftler*innen sollten deutlich machen, dass sie ganz normale Menschen sind. Dabei auch auf Fehler und ihren wissenschaftlichen Prozess eingehen.</p>	<p>2: Also cool ist es immer für Schülerinnen und Schüler, wenn Wissenschaftler oder Wissenschaftlerinnen deutlich machen, dass sie ganz normale Menschen sind. Die irgendwie, aus welchen Gründen auch immer Spaß an besonderen Themen haben. Und damit forschen. Und das was schwierig an der Sache ist dieses wann scheitere ich, wie bin ich da wieder herausgekommen aus diesem Loch, was waren, wie halte ich diesen Spannungsbogen, dass ich das immer noch wissen will, wie halte ich den hoch, wenn irgendwie fünf Experimente hintereinander nicht klappen. Und ich total frustriert bin, warum habe ich jetzt nicht hingeschmissen und habe trotzdem weitergemacht. Das ist glaube ich für Schüler und Schülerinnen total spannend. (...) Und was wir vorhin auch schonmal hatten, dass Wissenschaftlerinnen die jetzt da einen Vortrag halten, dass die nicht alleine sind. Das die mit anderen zusammenarbeiten. Diese beiden Punkte fände ich irgendwie ganz spannend. (I2; Z. 651-661)</p>
			<p>Wunsch nach authentischen und verständlichen Vorträgen zum Mitverfolgen des wissenschaftlichen Erkenntnisweges</p>	<p>Vorträge von Wissenschaftlern sollten vor allem verständlich und authentisch sein (und nicht das sich der Wissenschaftler damit profiliert) und das Schüler*innen den Weg der wissenschaftlichen Erkenntnis mitverfolgen können zum Beispiel mit Hilfe von kleinen Filmchen.</p>	<p>Vorträge von Wissenschaftlern sollten vor allem verständlich und authentisch sein (und nicht das sich der Wissenschaftler damit profiliert) und das SuS den Weg der wissenschaftlichen Erkenntnis mitverfolgen können zum Beispiel mit Hilfe von kleinen Filmchen</p>	<p>B: Ich weiß nicht [zum Beispiel] wie sehr Gastredner sich in sowas {wie zum Beispiel das Erzählen über Misserfolge} reinreden lassen. Ansonsten hatte ich den Eindruck, der Vortrag [würde] jetzt nur ein bisschen abgewandelt für Schüler vielleicht vereinfacht oder so. Aber es geht ja überhaupt nicht darum, sich in einer Wissenschaftsgemeinschaft jetzt zu profilieren, sondern mehr die Hemmschwelle abzubauen. Das man sozusagen wirklich den Weg mitgeht und die Höhen und Tiefen. Wenn wir davon ausgehen, dass das online ist, dann könnte man ja wirklich so kleine Filmchen drehen, wie das denn eigentlich konkret aussieht. Wie sieht das denn aus, wie fühlt sich das im Labor oder auch im freien Feld an, diese Untersuchungen zu machen? Sodass man nicht nur diese fertigen Ergebnisse hat. Denn in der Klasse kann man ja auch Aufträge erteilen, dass der eine dieses sich anschaut und vorstellt und der andere jenes und dann fügt sich das alles als ein Ganzes zusammen. (I1.2; Z. 347-356)</p>
<p>Chancen im schulischen Umgang</p>	<p>Möglichkeiten zur Berufsorientierung</p>	<p>Generell vielfältige Forschungseinblicke für mögliche Berufe ermöglichen</p>	<p>Großes Interesse an Biologie, deswegen Einblicke in Forschung immer interessant auch als mögliche Berufsperspektive.</p>	<p>Höchst interessiert an Biologie, deswegen sind Einblicke in Forschung immer interessant auch als mögliche Berufsperspektive.</p>	<p>C: Ich persönlich finde den Forschungsbereich wirklich hochinteressant. Ich denke auch, dass er für einige im Biologieprofil sehr interessant ist, da wir ja alle für die Biologie brennen und wir uns [sonst] das Bioprofil nicht ausgesucht hätten. Ich persönlich könnte mir vorstellen, später in die Forschung zu gehen im Bereich der Biologie und von daher finde ich all diese Sachen immer sehr interessant, gerade wenn man dann Einblicke bekommen kann. Aber ich wollte auch nochmal im Allgemeinen hinzufügen, dass ich persönlich auch immer Spezial- und Sonderfälle sehr faszinierend finde. (I1.1; Z. 152-157)</p>	

			<p>Generell vielfältige Forschungseinblicke für mögliche Berufe ermöglichen</p>	<p>Interessant Weg des Wissenschaftlers zu hören: Selber mit Wissenschaftler schon geredet, dabei Einblicke z.B. in Finanzierung von Forschung bekommen. Wunsch nach mehr Aufklärung hinsichtlich Chancen, Wege und Aufgaben in der Forschung.</p>	<p>Interessant den Weg des Wissenschaftlers zu hören: Bei Profifahrt nach Sylt mit Wissenschaftler geredet, der ein paar Einblicke gegeben hat z.B. in die Finanzierung. Mehr Aufklärung gewünscht, was es für Chancen gibt, für Wege und man das alles eigentlich macht in der Forschung.</p>	<p>B: Und den Weg eines Wissenschaftlers fand ich sehr interessant. Wir hatten so eine Profifahrt nach Sylt ins Forschungsinstitut und da war auch ein Biologe bei uns mit, da wo wir gewohnt haben und mit dem haben wir ein bisschen geredet und das fand ich schon interessant.</p> <p>Aber ich muss sagen, ich fand das auch echt erschreckend, wie schwer das auch finanziell ist und die ganzen Sachen. Das ist glaube ich ganz gut, wenn man darüber ein bisschen aufklärt und zeigt: Was gibt es für Chancen, was gibt es für Wege und warum machen die das dann eigentlich auch noch, weil wenn das wirklich so schwer ist, da muss man ja echt für brennen, um zu sagen, ich ziehe das jetzt durch. (...) Ja, der [Forscher, den wir bei einer Forschungsreise auf Sylt kennengelernt haben,] hatte auch eine Familie und so. Entsprechend war das schwer. Also der hat viel darüber geredet, dass es eigentlich echt kompliziert ist. Oder auch so Themen wie Forschungsreisen oder so was, das finde ich auch cool. Vielleicht mal Unternehmen, naja nicht Unternehmen, sondern Forschungsinstitute, die sowas machen. Da mal Leute zu hören, die auf einer Forschungsreise waren und was die da gemacht haben und was deren Eindrücke dazu waren. Vielleicht nicht unbedingt nur das Wissenschaftliche, was ich auch cool finde, sondern auch einfach auf so eine Reise zu gehen als Person auch.</p> <p>(I1.1; Z. 208-201; 213-219)</p>
		<p>Motivationale Faktoren</p>	<p>Steigerung des Interesses durch realistische und ungefilterte Einblicke in Forschung</p>	<p>Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung. Fehler darlegen oder Probleme, um daraus zu lernen und zu erkennen, warum man dann doch weitergemacht hat. Erkennen das es eine härtere Reise ist, als man anfangs denkt.</p>	<p>Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung. Fehler darlegen oder Probleme, um daraus zu lernen und zu erkennen, warum man dann doch weitergemacht hat</p>	<p>B: Ich muss auch sagen, ich finde es interessant, generell einen realistischen Einblick [in Forschung] zu bekommen. Das man jetzt nichts irgendwie herausnimmt, sondern das es ungefiltert so ein bisschen mal dargelegt wird, aber auch eben, wie es eigentlich schon gesagt wurde, dass man aus den Fehlern anderer vielleicht auch lernen kann. Also generell wenn man in die Richtung gehen möchte, ist es ja immer sinnvoll Leute zu haben, die einem sagen können: „Ok, das ist scheiße gelaufen. Ich würde es anders machen im Nachhinein.“ Dass man die Fehler nicht erst selbst machen muss. Genau, einfach um das mal zu sehen und vielleicht auch um dieses, auch beim Mentalen [zum wissenschaftlichen Arbeiten] ist es okay: „Ich mache weiter. Ich zieh mich da jetzt durch und ich kläre das jetzt über mein Ziel“ und auch das mitzubekommen durch das, was anderen schon passiert ist und das dann am Ende doch zu erreichen, weil das ist dann ja oft doch eine härtere Reise als man anfangs denkt. (...) Und auch der Grund, warum man am Ende doch weitergemacht hat. (I1.1; Z. 273-282; 288)</p>

			<p>Fehler und Misserfolge als Teil vom wissenschaftlichen Arbeiten begreifen</p>	<p>Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung. Fehler darlegen oder Probleme, um daraus zu lernen und zu erkennen, warum die Person dann doch weitergemacht hat.</p>	<p>Interesse an realistischen und ungefilterten Einblicken in Forschung. Fehler darlegen oder Probleme, um daraus zu lernen und zu erkennen, warum man dann doch weitergemacht hat</p>	<p>B: Ich muss auch sagen, ich finde es interessant, generell einen realistischen Einblick [in Forschung] zu bekommen. Das man jetzt nichts irgendwie herausnimmt, sondern das es ungefiltert so ein bisschen mal dargelegt wird, aber auch eben, wie es eigentlich schon gesagt wurde, dass man aus den Fehlern anderer vielleicht auch lernen kann. Also generell wenn man in die Richtung gehen möchte, ist es ja immer sinnvoll Leute zu haben, die einem sagen können: „Ok, das ist scheiße gelaufen. Ich würde es anders machen im Nachhinein.“ Dass man die Fehler nicht erst selbst machen muss. Genau, einfach um das mal zu sehen und vielleicht auch um dieses, auch beim Mentalen [zum wissenschaftlichen Arbeiten] ist es okay: „Ich mache weiter. Ich zieh mich da jetzt durch und ich kläre das jetzt über mein Ziel“ und auch das mitzubekommen durch das, was anderen schon passiert ist und das dann am Ende doch zu erreichen, weil das ist dann ja oft doch eine härtere Reise als man anfangs denkt. (...) Und auch der Grund, warum man am Ende doch weitergemacht hat. (I1.1; Z. 273-282; 288)</p>
		<p>Verständlichkeit</p>	<p>Verbesserung der Nachvollziehbarkeit von Forschung</p>	<p>Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Mehr über den wissenschaftlichen Prozess berichten auch z.B. beim Corona-Impfstoff und warum das "so lange gedauert hat".</p>	<p>Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Mehr über den wissenschaftlichen Prozess berichten auch z.B. beim Corona-Impfstoff und warum das "so lange gedauert hat".</p>	<p>S.: Ich hab dieses Gefühl [das mehr über Erfolge als über Misserfolge in der Wissenschaft geredet wird] schon. Weil wenn man sich jetzt selber die Frage stellt, wo möchte ich jetzt vielleicht irgendwas erforschen, was interessiert mich und dann steht man schon unter Druck, wenn man sich denkt: „Es ist so viel herausgefunden worden, warum finde ich denn jetzt nichts heraus?“ Oder nehmen wir mal als aktuelles Beispiel den Corona-Impfstoff. Wenn man immer nur hört wie gut unsere Wissenschaft ist oder warum man das oder das macht, dann fragt man sich ja: „Warum gab es den, ich sag mal in Anführungsstrichen, so spät?“ Eigentlich ist das ja normal, dass das solange dauert, so eine Impfstoffentwicklung. Weil man auch einfach nicht weiß, was einen da hindert, warum das so lange dauert. (S1; Z. 291-298)</p>
				<p>Hauptsächliche Fokussierung auf wissenschaftliches Ergebnis, Interesse an mehr Einblicken in Prozess (wie Methoden, Bezug zur früheren Forschung oder Probleme bei der Arbeit).</p>	<p>Fokus oft nur auf wissenschaftliches Ergebnis, Interesse an Prozess wie Methoden, wie lange hat das gedauert, was hat man früher geglaubt, wo gibt es noch Schwierigkeiten</p>	<p>S.: Zu den anderen Zitaten [mit der Reise des Wissenschaftlers*in und den Einblicken in den wissenschaftlichen Prozess]: Ich finde es eigentlich schon interessant. Also wir lernen das ja jetzt im Endeffekt nur so: Das was am Ende herausgefunden wurde, das wird uns dann einfach präsentiert und wir müssen es einfach lernen. Oder bestimmte Methoden wie man etwas herausfindet, aber ich würde schon eigentlich gerne mal wissen, wie lange hat das gedauert sowas herauszufinden. Was hat man früher geglaubt, was wir heute als falsch ansehen oder was gibt es überhaupt für Schwierigkeiten, wenn man bestimmten Fragen auf den Grund geht. (S1; Z. 278-283)</p>

				Notwendig mehr über wissenschaftlichen Prozess zu erfahren - unzureichende Informationslage ist störend und verwirrend.	Notwendig über den wissenschaftlichen Prozess mehr zu erfahren - unzureichende Informationslage ist störend und verwirrend	S: Also ich glaube, das ist auch eine Notwendigkeit [mehr über den Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens zu erfahren], die damit einhergeht. Deswegen ist es auch nicht unbedingt das Interesse. Für mich persönlich stört es zum Beispiel häufig, dass man den Hintergrund gar nicht so versteht und das es vielleicht dann eben ganz ziele führend um eben gegen Verwirrung oder eben nicht das Ergebnis am Ende zu sehen, sondern eben auch den Prozess. (I3; Z. 164-167)
				Wichtig Schritt für Schritt Prozesse wissenschaftlichen Arbeitens durchzunehmen wie bei Evolutionstheorien (macht es nachvollziehbarer und verstehen Prozess dann besser).	Wichtig Schritt für Schritt Prozesse wissenschaftlichen Arbeitens durchzunehmen wie z.B. bei Evolutionstheorien. Nachvollziehen wie es dann zum großen Ganzen geführt hat.	S1: Und ich denke, dass wenn man jemanden was beibringen soll. Dann ist es auch wichtig, wie wir [es] jetzt auch zu den Evolutionstheorien haben, wir auch am Anfang damit angefangen [haben], wie das alles [mit den Evolutionstheorien] so angefangen hat. Also mit dieser christlichen Evolutionstheorie und das dann aufeinander aufzubauen und dann schlussendlich zu dem Schluss zu kommen, das es halt ein Zusammenspiel aus ganz verschiedenen Ideen war, die dann schlussendlich zu dem großen Ganzen geführt haben. Und ich denke es ist wichtig, das dann von Schritt zu Schritt zu machen. Dass das vor allem Kindern vielleicht leichter fällt, das nachzuvollziehen und [das Kinder] irgendwie den Prozess dahinter noch besser verstehen. (I2.2; Z.279-286)
		Längerfristige Erkenntnisse durch selbstständiges Forschen	Durch Fehler beim selbstständigen Forschen kreative Ideen entwickeln	Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern früh auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben.	Einführen einer "Fehlerkultur" in der Schule: Sich mit Fehlern auseinandersetzen und diese zulassen. Geduld beim Arbeitsprozess einüben	L: Mir ist noch etwas eingefallen zu dem Punkt „viele Fragen, noch keine Antworten“ und „ nicht zum gewünschten Ergebnis bei der Forschung kommen“. Ich denke, dass es dringend notwendig wäre, bereits in der Grundschule, eine gute „Fehlerkultur“ einzuführen (z.B. in Mathe). Man muss Fehler zulassen, sich mit Fehlern auseinander setzen (nicht vorgegebene Fehler in einem Schulbuch!, die eigenen; nicht das saubere Matheheft zählt, dafür gab es früher den Schönschreibunterricht!) und die Tatsache, dass man bei einer Matheaufgabe nicht sofort zum Ziel kommt, müssen wieder trainiert werden. Geduld und Ausdauer bei Computerspielen ist nicht dasselbe wie beim eigenen Tun. Wichtig sind da auch die Experimente in der Schule, die vielleicht nicht auf Anhieb so funktionieren wie erwartet oder etwas Geduld erfordern (nicht wie das perfekte Experiment im überdimensionalen Maßstab, ohne Erklärung, nur wow-Effekt, auf YouTube). Wer dies alles von Klein an erlebt und durchmacht, der kann auch später mit „Niederlagen“ besser umgehen. - Ein wichtiges Thema, das ebenfalls interdisziplinär angegangen werden müsste.
			Lernen wirklich selbstständiger zu Forschen	Funktionsweise Schule: Lehrer*in steht vorne und kennt die richtige Antwort. Erfahrungen beim eigenständigen Arbeiten: Kreative Ideen, aber schnell frustriert. Langer Weg	Funktionsweise Schule: Lehrer*in steht vorne und kennt die richtige Antwort. Berichte über Versuch mit Daunen ohne Anleitung, nur das Material. Fazit: Verrückte Ideen dazu gehabt, aber schnell frustriert. Langer Weg Schüler*innen	2: Ich glaube auch, das ist ein Problem Schule. Also Schule funktioniert halt hier nicht so. Schule funktioniert ja immer noch so: Da vorne steht jemand und der weiß, wie es läuft und von dem kommt die richtige Antwort. Und auf die muss ich warten. Wenn es gut läuft, dann hilft er mir da hinzukommen. Und dann bin ich auch bereit das zu tun, aber wenn es schwierig wird, die Person da vorne, die muss mir doch sagen, wie es ist. Also ich erlebe das auch, ich habe heute in

			Schüler*innen wirklich zum eigenständigen Arbeiten zu führen.	wirklich zum eigenständigen Arbeiten zu führen. Schüler*innen auf dem Weg dahin immer wieder Reflexionsaufgaben geben.	Klasse 7 haben die so ein bisschen Zeit, die wir frei einplanen können. Die nicht so fachcurriculär gebunden ist. Weil wir das zusätzlich unterrichten und da habe ich Experimente machen lassen zur Isolationswirkung von Daunen. Also wir sind irgendwie zu diesem Thema gekommen, das habe ich natürlich irgendwie so forciert, dass wir da hinkommen. Ich habe ihnen nichts gegeben. Ich habe einfach gesagt „hier, ich habe Daunen: Hier ist ein bisschen Bechergläser und was wollt ihr denn jetzt machen.“ Und die haben halt ganz verrückte Ideen gehabt, das herauszufinden und dann waren die so schnell frustriert. „Können Sie? Und wie macht man das denn jetzt?“. Und jetzt auch in den Rückmeldungen sollten sie halt so Feedbacks schreiben. Da haben sie dann auch gesagt „Ja, wie würden es halt besser finden, wenn man denn mal, wenn dann gesagt wird wie es richtig ist. Also sonst läuft man ja falsch.“ So und das ist halt im System Schule glaube ich aber ein Problem. Aber ich meine wenn man dann einige von denen, die freuen sich eben, dass sie das gemacht haben. Und wenn man halt dann immer wieder diese Reflexionsprozesse macht und auf die Idee kommt „Okay, was habe ich denn jetzt daraus gelernt. Ich habe doch jetzt aber gelernt, dass das jetzt so nicht funktionieren kann. Also kann ich das jetzt so nicht machen. Oder ich habe vielleicht auch gelernt, ich habe vergessen einen Kontrollversuch zu machen. Dann kann ich ja jetzt gar keine Aussage machen, ob das jetzt warm hält oder nicht. Okay, muss ich halt jetzt nochmal neu denken. Und das ist glaube ich ein langer Weg, die da hinzubringen. (I2; 408-428)
		Durch selbstständiges Forschen das wissenschaftliche Denken verbessern	Förderung zum eigenständigen Arbeiten: Schüler*innen mehr Hilfestellung beim Überlegen ihres eigenen Experiments geben	Schüler*innen beim eigenständigen Arbeiten unterstützen: Wie komme ich zum Experiment. Mehr Einblicke wie sich Wissenschaftler*innen das Experiment überlegt haben geben.	2: Vielleicht geht es ja auch um diese Sache. Weiß ich nicht, wenn ich jetzt irgendwas Daten erheben will, irgendwas experimentell erforschen will. Wie komme ich zum Experiment? Also wie, was muss ich machen um mir, also das ist nämlich auch für Schüler und Schülerinnen schwierig. Die haben eine Frage, die haben auch eine Vermutung, aber dann „wie, was nehme ich denn jetzt?“ Also vom reellen, also dieser Daunenversuch, die da hinzubringen sich ein Modell auszudenken. Was das irgendwie abbildet. Das ist ja ein krasser Weg, den die da gehen müssen. Und das ist glaube ich auch das, wo sie ganz schnell wieder scheitern. Also und wie, also dass die Wissenschaftler vielleicht deutlich machen, dass es halt für ihr Forschungsgebiet noch kein Experiment gegeben hat und dass sie sich das selber ausdenken müssen. Und das sie vielleicht auch merken, dass hat irgendwie keine Ahnung, wie lange dauert denn sowas eigentlich bis zum Experiment gedauert hat. Wen fragt man denn dann, wenn man nicht mehr weiter weiß. Das könnte ich mir spannend vorstellen. (I2; Z. 714-724)

3. Tabelle zur Offenheit von Wissenschaft

Übergeordnete Struktur zur Leitfrage	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung (Schülerantworten in hell grau)	Paraphrase (Schülerantworten in hell grau)	Originalzitate (Schülerantworten in hell grau)
Offenheit von Wissenschaft	Herausforderungen beim Thematisieren ungelöster Probleme in der Wissenschaft	Kognitive Faktoren	Mögliche Überforderung durch komplexes Thema	Zu erwartende Überforderung der Schüler*innen bei der Aussage der vielen offenen Forschungsfragen.	Zu erwartende Überforderung der Schüler*innen bei der Aussage der vielen offenen Forschungsfragen. Schüler*innen vermitteln, dass es viele (ungelöste) Probleme in der Wissenschaft gibt, aber nicht so.	L: Also ich finde die letzte Aussage: „Es gibt noch so viele Probleme, die zu lösen sind.“ Das ist schon richtig, wenn ich das aber [so] den Schülern [vermitteln] würde, dann wären sie überfordert. Also das würde glaube ich eher zu einer Ablehnung [führen]. Also finde ich schwierig, das den Schülern so zu sagen. Natürlich muss man das sagen, dass es noch viele Probleme gibt. Aber nicht gleich so als Antwort. (I1.1; Z. 14-18)
				Todschlagnargument Zitat mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Provokante Frage: Gibt es überhaupt noch große Probleme in der Wissenschaft? - Betrachtungsweise verändern, dass noch viel Handlungsbedarf ist, aber wenig passiert (zweifelt langsam am System).	Todschlagnargument Zitat mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Provokante Frage: Gibt es überhaupt noch große Probleme in der Wissenschaft? - Betrachtungsweise verändern, dass noch viel Handlungsbedarf ist, aber wenig passiert (schweifelt langsam am System).	R: Ja, und ich finde auch, das ist so eine Todschlagnaussage [„Du denkst, wir wissen viel? Wir wissen nichts! Es gibt noch so viele Probleme/Fragen, die gelöst werden müssen.“], wo man dann denkt: Und jetzt? Wo fange ich denn jetzt an? Wie ich jetzt Milch holen soll oder wo sind denn die Probleme? Sind das denn wirklich Probleme? Es gibt von einem Wissenschaftsautoren „The end of science“ Kennt ihr das? (...) Der sagt halt, es gibt sowas halt nicht mehr. Die Leute arbeiten heute nur noch am klein klein und verfrickeln sich irgendwie. Also die großen Sachen sind auf einer Ebene zu finden. Also die Politik hat Informationen genug, handelt aber nicht, wenn es um große Probleme geht. Das sieht man ja. Da musste eine 10 Jährige Schwedin kommen, um den ganzen Laden in Schwung zu kriegen. Das muss man sich mal überlegen. Unser einer unterrichtet diesen ganzen Krempel irgendwie 20 Jahre und da passiert nichts. Nichts. Da zweifelt man doch langsam auch am System. (I1.1; Z. 19-22; 25-30)
			Möglicherweise keine Wahrnehmung des wissenschaftlichen Fortschritts	Negative Assoziation mit Zitat vieler ungelöster Fragen/Probleme der Wissenschaft. Mögliche Frage warum man das alles überhaupt macht. Deswegen mit Positivem verknüpfen: Rückblick was früher geglaubt wurde und was heute. Blick auf Entwicklung und viele wissenschaftlichen Errungenschaften lenken.	Zitat mit den vielen ungelösten Fragen/Problemen der Wissenschaft wirkt eher negativ und man könnte sich fragen warum man das alles überhaupt macht. Deswegen Aussage mit etwas Positivem verknüpfen: Rückblick was früher geglaubt wurde und was neueste Erkenntnisse aussagen - Blick auf die Entwicklung und die vielen wissenschaftlichen Errungenschaften lenken.	C: Zum Statement drei [mit den ungelösten Fragen der Wissenschaft], da würde ich persönlich dann noch mit hineinnehmen, dass wir schon viel erreicht haben und dass wir schon viel erforscht haben und jetzt auch wissen. Denn wenn man es so stehen lässt, wirkt es für mich sehr negativ und da könnte so ein bisschen die Frage aufkommen, warum macht man überhaupt das Ganze? Daher würde ich das vielleicht mit etwas positivem Verknüpfen. Einem Rückblick zu dem, was früher geglaubt wurde, was da als neueste wissenschaftliche Erkenntnisse galten und was wir jetzt schon wissen und wo wir jetzt dran arbeiten. Also dass das eine kontinuierliche Entwicklung ist. Wir wissen natürlich vieles noch nicht, aber einiges wissen wir schon. (I1.1; Z. 237-243)

		Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Zeitmangel für das Thematisieren weiterer Forschungsaspekte	Interesse an aktuell Beforschten oder ungeklärten Frage, aber Zeitmangel in Oberstufe und fraglich ob dafür die Zeit ist.	Zeitmangel in der Oberstufe, Interessant aktuell Beforschtes	S.: Das war jetzt zu dem was Mi. vorhin gesagt hat, dass man auch Dinge durchführen könnte, wo noch dran geforscht wird oder wo man noch nichts von weiß. Interessant fände ich das schon, das Problem ist nur, dass man auch mit G9 da sehr Zeitmangel hätte, weil es eben viel gibt, was wir nicht wissen und gleichzeitig viel gibt, was beigebracht werden muss. Und darum weiß ich nicht, ob das da überhaupt irgendwie hinein passt in den Zeitplan. (S1; Z. 444-448)
	Bislang geringe Thematisierung im biologischen Unterricht		Mehr über ungelöste Probleme der Wissenschaft in Philosophie als in Biologie geredet (z.B. Paradigmenwechsel nach Kuhn). Ausführung von Dingen, die wir in der Biologie bis jetzt noch nicht wissen.	Ausführung zu "was wir alles noch nicht wissen" nach Kuhn mehr in Philosophie besprochen als in Biologie. Schüler*innen klar gemacht, dass sie die Chance auf das Lösen der Probleme sein können, weil sie noch nicht so verblendet sind. Vieles auch in der Biologie noch nicht klar, wie Funktionsweise Introns oder Themen in der Epigenetik.	1: (...) Ich habe das ja in beiden Fächern so ein bisschen drin. Ich habe das in Philosophie in der Wissenschaftstheorie gerade jetzt gemacht (...) und da haben wir auch darüber gesprochen, also das zum Beispiel den Paradigmenwechsel nach Kuhn und so weiter, der ja im Grunde ja auch aufzeigt, Wissenschaftler haben ein bestimmtes Denkmuster nach dem sie vorgehen und da erstmal herauszukommen, wenn zum Beispiel etwas nicht passt und nach neuen Lösungen zu finden ist nicht so einfach. Und ich habe meinen Schülern dann auch, also Kuhn hatte dann auch mal mehr oder weniger dann gesagt: Richtige Neuerungen gibt es eigentlich erst dann, wenn alle Vertreter des alten Paradigmas tot sind. Und da habe ich auch zu meinen Schülern gesagt: „Ja, also macht euch klar. Ihr seid noch nicht so verblendet wie von irgendwelchen Paradigmen (...). Ihr seid quasi unsere nächste Chance für die Probleme, die wir heute nicht lösen können, weil wir einfach nicht darauf kommen.“ Und das ist tatsächlich auch so, also wo ich fast denke, da habe ich es fast mehr in Philosophie als in Bio drin. In Bio weiß ich aber zum Beispiel wenn wir Epigenetik haben, da ist ja auch noch ganz vieles nicht klar, wie es funktioniert. Oder auch zum Beispiel wenn wir jetzt ganz einfach Proteinbiosynthese haben und dann bei den Eukaryoten ja die Introns. Wo dann, wenn man sich überlegt, dass es rund 90% beim Menschen sind Introns, von denen wir zum Teil nicht genau wissen, was sie immer alle machen. Also zum Teil dann durch Spleisen dann auch wieder irgendwie mit hereinkommen. Das heißt, es sind nicht alles komplett nutzlose Sachen, aber es gibt einen ganzen Teil von unserem genetischen Material so wie da, wo wir es einfach nicht wissen. (I2; 366-377)	
	Zulassung von Unsicherheit der Lehrkraft		Interesse an unerforschte Themen. Schwer in Schule zu realisieren, weil nötige Informationen fehlen und man immer auf alles eine richtige Antwort hat.	Interesse an unerforschte Themen. Schwer in Schule zu realisieren, weil man nicht die nötigen Informationen hat und auf alles eine Antwort.	MI: (...) Aber ich weiß jetzt nicht wie das für die anderen ist. Aber ich finde es eigentlich immer ganz interessant, wenn man über Themen redet, die noch gar nicht so sehr erforscht sind. Es ist halt schwer in der Schule, weil man wahrscheinlich nicht die nötigen Informationen hat und in der Schule hat man ja immer auf alles immer die Antwort. Und da ist jetzt nicht so. Da kann man wahrscheinlich mit den Lehrern nicht so viel darüber reden. (S1; Z. 407-411)	

				<p>Ungelöste Probleme der Wissenschaft persönlich spannend und Schüler*innen häufig nicht klar, weil Lehrkräfte das nicht so gern klar machen. Für Lehrkräfte schwierig da herauszukommen, weil Schule stressig ist und viel Zeit in Anspruch nimmt. Gemeinsames Ziel sollte sein: Lebenslanges Lernen mit vielen ungelösten Problemen (Neugier dafür wecken) lehren, explizit in Schule ansprechen, obwohl Lehrkraft keine Antwort darauf hat.</p>	<p>Ungelöste Probleme der Wissenschaft persönlich spannend und Schüler*innen häufig nicht so klar, weil Lehrkräfte das nicht so gern klar machen. Für Lehrkräfte schwierig da herauszukommen, weil Schule stressig ist und viel Zeit in Anspruch nimmt. Gemeinsames Ziel sollte sein: Lebenslanges Lernen lehren mit vielen ungelösten Problemen (Neugier dafür wecken), auch diese in der Schule ansprechen, obwohl die Lehrkraft nicht die Antwort darauf weiß.</p>	<p>2: Also ich finde dieses letzte Zitat [zu den noch vielen ungelösten Problemen in der Wissenschaft]. Also das ist das, was mir am ehesten spannend finde, weil genau das finde ich nämlich auch. Dass dieses bei den Schülerinnen und Schülern nicht klar ist. Also, weil wir das als Lehrkräfte auch nicht gern klar machen. Also ich gehe jetzt mal davon aus, so der gemeine Lehrer glaubt: 'Ich habe ganz viel studiert, ich habe ganz viel gelernt, jetzt bin ich fertig und jetzt bringe ich das den Schülerinnen und Schülern bei'. Und diese Idee und diese Haltung, also ich erfahre das in dem Schulkontext, in dem ich selber arbeite und es ist so schwierig da herauszukommen. Weil natürlich und [das] kann ich auch verstehen. Schule ist einfach eine wahnsinnig stressige Geschichte. Also man rauscht da herein, hat 50.000 Sachen am Tag zu tun und rauscht da wieder heraus. Und hat vielleicht noch Familie und vielleicht noch ein Hobby, wenn es hochkommt. Und hat vielleicht auch noch einen Weg von der Schule bis nach Hause. Das ist einfach viel Zeit, die man da investiert. Aber letztendlich das wir da eigentlich hinbringen könnten, noch viel mehr, ist das. Wir erzählen immer dass wir fürs Leben lernen, aber ich glaube wir müssten es vielmehr leben mit den Schülern. Damit sie es erkennen. Weil das ist nämlich was, was den Schülern nicht klar ist. Die denken immer: 'In der Wissenschaft, was forschen die denn da eigentlich noch? Wir wissen doch schon alles'. Und das ist, also ich versuche das mehr und mehr in meinem Unterricht anzubinden. Wenn die Schüler halt, also die müssen das ja auch aushalten: 'Was es gibt jetzt keine richtige Lösung? Das ist jetzt aber komisch. Was ist denn jetzt richtig. Ja, weiß ich nicht. Keine Ahnung, wir können ja jetzt spekulieren.' - Das ist total komisch für Schülerinnen und Schüler. Die werden da besser, aber das würde ich immer noch sehr in den Vordergrund stellen wollen. Gerade in den Naturwissenschaften. (I2; Z. 321-340)</p>
<p>Chancen zur Thematisierung ungelöster Probleme der Wissenschaft</p>	<p>Affektive Faktoren</p>	<p>Motiviert durch Vorläufigkeit von Wissenschaft</p>	<p>Interesse an ungelösten Problemen der Wissenschaft, weckt Neugier. Zitat dazu: "Wissenschaft ist der aktuelle Stand des Irrtums"</p>	<p>Interesse an ungelösten Problemen der Wissenschaft, weil man schon viel weiß aber weiß dass es noch so viel mehr gibt. Damit wird Neugier geweckt. Zitat dazu vom Lehrer: "Wissenschaft ist der aktuelle Stand des Irrtums"</p>	<p>S1: Ich finde [die Aussage über all die ungelösten Probleme] ist motivierend, vor allem ein Lehrer von uns sagt immer 'Wissenschaft ist der aktuelle Stand des Irrtums' und ich finde es schon interessant, vor allem wenn man denkt, dass man schon sehr viel weiß, aber trotzdem weiß, dass es noch viel mehr gibt. Und es auch die Möglichkeit gibt das alles noch zu erfahren und zu entdecken. [Da] wird vielleicht auch immer nochmal die Neugier angeregt, und ja. (I2.2; Z. 341-345)</p>	
			<p>Aussage zu ungelösten Problemen zustimmend: Stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen mit neuen darauf auf.</p>	<p>Aussage zustimmend: Wir stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen mit neuen darauf auf. Auf die wieder aufgebaut wird. Das macht schon Sinn.</p>	<p>S5: (...) Und dazu auch noch. Das natürlich auch einige Sachen, die jetzt zumindest erkannt wurden und vielleicht auch belegt wurden teilweise, vielleicht auch im nach hinein als falsch erwiesen werden. Weil so sind wir ja auch, also wir stellen ältere Forschungsergebnisse in Frage und bauen sozusagen neue Forschungsergebnisse auf. Auf denen dann wieder andere aufgebaut werden. Das macht schon Sinn, also die Aussage macht schon Sinn. (I2.2; Z. 346-350)</p>	

			Motivierend das nichts in der Forschung in Stein gemeißelt ist, sondern immer wieder auftauchen vieler neuer offener Forschungsfragen.	Motivierend ist, dass nichts in der Forschung in Stein gemeißelt ist, sondern immer wieder viele neue, offene Forschungsfragen auftauchen.	B: Nein, ich finde das auf jeden Fall zum dritten Beispiel {über die vielen ungelösten Probleme der Wissenschaft} schon interessant. Ich finde das eigentlich motivierend. Aber es gibt ja auch immer, dass was man so eigentlich sagt, was man alles noch nicht weiß. Das ist ja immer so eine offene Frage, so eine große Frage, was es noch alles gibt. Generell was ja alles erforscht wurde, also das wird sich alles noch total weiterentwickeln. Dementsprechend ist ja auch etwas, was erforscht wurde nicht immer gleich in Stein gemeißelt und so bleibt es für immer. (I1.1; Z. 191-196)
			Metapher mit Faust "Je mehr er weiß, desto weniger weiß er eigentlich" zum Zitat der vielen ungelösten Probleme in der Wissenschaft. Das hinter jeder großen Fragen noch viele kleine Fragen warten ist motivierend.	Metapher mit Faust "Je mehr er weiß, desto weniger weiß er eigentlich" zum Zitat der vielen ungelösten Fragen/Probleme in der Wissenschaft. Das hinter jeder großen Frage noch viele kleine Fragen warten.	S3: Ich würde da auch nochmal vielleicht, [ist] ein bisschen weit hergeholt, aber nochmal auf Faust [zu] sprechen kommen. Der ja auch irgendwie gesagt hat, dass er alles studiert hat, aber eigentlich gar nichts weiß. Das ist halt, desto mehr man überhaupt weiß, mehr neue Türen öffnen, für die man wieder keine Antworten hat. Und genau, desto mehr man eigentlich mitbekommt, desto mehr weiß man, was man noch nicht weiß. Und dass das überhaupt gar nicht sozusagen da drin ist, dann hat man nur eine grobe Frage, aber hinter dieser Frage stecken eigentlich unendlich viele kleine. (I2.2; Z. 352-357)
		Motiviert zum Mitdenken (Forschendes Interesse)	Spannend noch "nicht bewiesene Studien" oder "was könnte sein, wenn" Fragen	Spannend sind für die Person noch "nicht bewiesene Studien" oder "was könnte sein, wenn" Fragen.	A: Ich kann mich da auch anschließen. Ich finde es auch immer interessant, auch wenn es vielleicht Studien sind, die noch nicht bewiesen sind, aber sich einfach damit zu beschäftigen quasi sich auch mit biologischen Theorien auseinanderzusetzen und „was könnte sein, wenn ...“ finde ich auch immer sehr interessant an der Stelle. (I1.1; Z. 159-162)
			Spannender über nicht gelöste Probleme zu reden, als über schon gelöste - Förderung Ideenaustausch und Nachdenken	Spannender über nicht gelöste Probleme zu reden, als über schon gelöste Probleme - Traut sich das Lösen der Probleme selber nicht zu, aber Ideenaustausch spannend und fördert das Nachdenken.	M1: (...) Ich stimme dem zu, was hier gesagt wurde. Aber wenn ich nochmal auf das dritte Zitat [mit den vielen ungelösten Problemen der Wissenschaft] zurückgreife; ich finde es auch sehr spannend, wenn man über bestimmte Fragen redet, über die noch nicht, über die man noch nie wirklich geredet hat oder die noch nicht gelöst wurden. Also das finde ich eigentlich immer spannender, als Probleme, die schon gelöst wurden. Also man löst, also man würde sie wahrscheinlich niemals selber lösen, aber es ist halt so. Es sind halt wieder so komplexe Themen wo man viel drüber nachdenken kann und viel diskutieren kann. Und deswegen finde ich sowas eigentlich sehr spannend. (S1; Z. 394-400)
			Unbekanntes aus der Forschung spannend. Überlegung in Richtung Forschung zu gehen (Berufsperspektive) und spannend mit neuen Wissenschaften (z.B. interdisziplinäres Arbeiten).	Unbekanntes in der Forschung ist spannend und wachsend, weil man vielleicht selbst überlegt in die Forschung zu gehen (Berufsperspektive) oder neu entstehende Wissenschaften (durch die interdisziplinäre Forschung) spannend.	S: Also wir haben uns auch jetzt ein bisschen darüber unterhalten und ich glaube so das Hauptthema ist vor allem das die Dinge, die man noch nicht weiß oder worüber noch nicht viel geforscht wurde, sind eben ja gerade im Wachsen und da geht ja eben auch das Interesse in die Richtung. Gerade weil man vielleicht auch selbst jetzt noch überlegt, was man machen sollte. In welchen Berufszweig oder ob man eben auch ins Forschen gehen sollte. Dann geht das Interesse häufig eher in die Richtung unbekannter Gebiete, indem vermeintlich wohl eher noch mehr zu finden ist. Wobei in jedem wissenschaftlichen Bereich natürlich auch noch

					viele Dinge unbekannt sind. Aber gerade in neu entstehende Wissenschaften, wurde jetzt hier besprochen, dass da viel Interesse besteht. (I3; Z. 145-153)
			Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Häufiger betonen was wir alles noch erfahren können.	Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Häufiger betonen was wir alles noch erfahren können. Aussage sehr motivierend, weil wir "zu früh für den Weltraum und zu spät für die Welt" sind.	<p>ML: Das stimmt. Das weiß ich ja nicht genau, ich lese ja keine, leider muss ich eigentlich sagen, keine wissenschaftlichen Artikel, obwohl das sicher sehr interessant wäre, wenn man weiß worum es geht und die Fachwörter kennt. Und deswegen kann ich nicht sagen, ob es auch in echten wissenschaftlichen Zeitschriften, so ist. Was ich aber sagen kann, ist, dass es in den Nachrichten selbst einfach nicht vorkommen kann, weil da ja wirklich entschieden wird nach Wichtigkeit, da es so viele Nachrichten gibt. Da wird immer noch entschieden, ob etwas Zuschauer generieren wird beim Nachrichtendienst in der Marktwirtschaft, solange die nicht staatlich sind, und man deswegen nie solche Nachrichten bekommen wird, glaube ich jetzt mal. So lange es nicht 24/7 Nachrichten gibt. Deswegen ist das Zitat selbst sehr interessant, weil, also das „wir wissen viel“ und so, weil das wieder auf einen ganz klaren Punkt hinweist: Wie unsere Generation, ich und alle anderen, die hier dabei sind – eigentlich ihr auch, wenn man es genau nimmt, sind zu spät geboren wurden um jetzt solche Sachen zu entdecken wie zum Beispiel Amerika oder den eigentlichen Ozean zu erforschen im sinnvollen Sinne und nicht einfach, um ein paar Spezies zu entdecken. Wir sind aber gleichzeitig auch zu früh dafür geboren wurden, um den Weltraum zu erkunden oder auf dem Mars zu wohnen. Und deswegen ist es auch ganz wichtig immer zu betonen: wir wissen halt einfach wirklich gar nichts. Ich meine wir, wir wussten auch nicht, dass es wirklich funktioniert im Weltraum Organe zu wachsen. Das habe ich erst letztens gehört in einer Studie von NASA war das, dass sie es da hinbekommen haben Zellen, (...) nicht nur Zellen zu erstellen aus Bestandszellen, sondern wirklich Zellen. Nicht nur so ein Organblob wie es auf der Erde passiert sondern ein kleines Gewebe von, ich glaube eine Leber war es, zu züchten auf der ISS. Das ist auch ganz faszinierend sowas. Und was ich so interessant finde an der Sache, die sie geschrieben habe ist, dass sie daran ja schon forschen. In einem ähnlichen Artikel stand auch, da stand irgendwie drunter als Kommentar auf der Seite, dass die jetzt auch schon seit, ich glaube, mittlerweile 40 Jahren auf der Erde dabei sind sowas zu erforschen. Weil man schon relativ lange weiß, dass es Stammzellen gibt, man weiß was die machen, aber man weiß eben nicht wie man daraus was sinnvolles machen kann und dann fand ich ganz interessant, dass man da auch gerade, nicht nur bei der Biologie oder der Erforschung von Bakterien von Lebewesen, sondern auch bei anderen wissenschaftlichen Bereichen von denen man denkt wir wissen sehr viel, es kaum wirklich Wissen oder Informationen oder wissenschaftliche Forschung gibt. Selbst bei solchen Themen, die jetzt da nicht dabei sind wie zum Beispiel Webdesign. Wo einfach Suchalgorithmen dabei sind oder auch Algorithmen an sich oder Maschinen. Und so gibt es eben hunderte tausendseitige Bücher darüber, aber wirklich wissen tun wir Menschen über solche Strukturen nicht viel und erst recht nicht die meisten. Also ich finde</p>

				es natürlich, wie S. gesagt hat, sehr motivierend, weil, wie bereits erwähnt, zu früh für den Weltraum zu spät für die Welt. (S1; 314-346)
		Interesse an offene Fragen oder Studien zum Mitdenken. Beim Lösen dieser Fragen helfen.	Bei offenen Studien oder Fragen noch selbst mitdenken, wie man dieses lösen könnte.	C: Ich finde es tatsächlich auch immer super, wenn man selbst auch noch ein bisschen mitdenken kann. Gerade wenn es um noch offene Studien oder offene Fragen geht. Das man da vielleicht erstmal mit dem Wissen, das man schon erarbeitet hat, hereingeht und vielleicht auch selbst mal ein bisschen überlegen kann, was denn da noch passieren könnte und in welche Richtung man selbst da noch gehen würde bei den offenen Fragen. (I1.1; Z. 170-174)
		Dieses forschende Interesse (Weiterforschungsdrang) haben nicht nur Wissenschaftler*innen, sondern wir alle (häufig schon in jungen Jahren zu sehen, Wurzel wissenschaftlichen Denkens und Herangehens).	Dieses forschende Interesse (Weiterforschungsdrang) haben nicht nur Wissenschaftler*innen, sondern wir alle! Schon 7-Jährige fangen an zu forschen und sind neugierig, am Anfang natürlich interdisziplinär und die Wurzel wissenschaftlichen Denkens und Herangehens.	R: (...) Also ich finde so den Bezug zum Wissenschaftler als denjenigen, der der einzige sein soll der Wissen schafft. Das glaube ich ja schon mal gar nicht. Und es gibt so ein tolles Buch von Donatha Elschenbreu, das heißt „Das Weltwissen der 7 Jährigen“ und da sieht man plötzlich wie Kinder im Alter von sieben Jahren wie die anfangen herumzuexperimentieren. Und ich weiß das auch von Freunden und meine haben das auch gemacht: Die fangen da irgendwann an herum zu frickeln. Die fragen sich einfach irgendwas und diesen Wissenschaftstrieb, den haben sie, also mehr oder weniger, eigentlich alle. Also Menschen haben so eine Art Weiterforschungsdrang und naturgemäß ist der am Anfang natürlich interdisziplinär. Weil das ist denen egal. Die wollen halt wissen, warum die Nusschale schwimmt und tunken die dann unter. Also die ersten assoziativen Ideen dazu. Das halte ich für die Wurzel allen wissenschaftlichen Denkens oder Herangehens. Das Übergreifende: Ich kann das voll nachvollziehen. Wenn man so mit Leuten spricht, wie wir das hier gerade machen, dann klack klack, rattert bei mir irgendwie sofort was los und ich schreibe mir auch ein paar Sachen auf, weil das immer auch sehr anregend ist und das hilft mir auch selbst weiter. Oder ich hocke irgendwo am Strand und denke über irgendwas nach und zack, die Gedanken kommen irgendwie von selber. Die sind da und dann schreibe ich mir das sofort auf. (I1.1; Z. 57-72)
	Interesse an aktueller Forschung (noch nicht bestätigtes) und nicht nur vergangene Forschung (bestätigtes)	Motivierend mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Häufig Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Stattdessen betonen, was wir alles noch erfahren können.	Motivierend mit ungelösten Problemen der Wissenschaft. Häufig das Gefühl von "wir wissen doch schon so viel, wo will man dann noch hin?" - Stattdessen eher betonen, was wir alles noch erfahren können.	S.: Also zum letzten Zitat {mit den vielen ungelösten Problemen der Wissenschaft}: ich finde, das ist ganz klar motivierend. Weil wenn man sich ansieht wie viel wir in der Schule lernen oder mit was für Dingen oder Erkenntnissen wir aufwachsen, hat man immer das Gefühl: Wo will man denn jetzt noch hin oder wo will man denn jetzt noch mehr rausfinden? Auch ist die Frage, ob wir überhaupt alles wissen können, ob es nicht außerhalb unserer Erfassungsweite liegt. Aber wenn man sich anguckt, dass Leute schon vor 200 Jahren gesagt haben, dass sich die Physik nicht mehr weiterentwickelt oder sowas, dann finde ich müsste das mal eigentlich öfter gesagt werden, weil das dann sehr motivierend ist. (S1; Z. 271-277)

			Interessant nicht nur über Vergangenes, sondern auch Aktuelles, noch nicht Bestätigtes mehr zu erfahren.	Interessant nicht nur über Vergangenes sondern auch Aktuelles noch nicht bestätigtes zu erfahren.	A: Ja. Also ich spreche für mich; C. nickt auch schon. Ich glaube wir finden es sehr interessant, auch nicht nur dann Vergangenes, was schon bestätigt ist, sondern auch Aktuelles, was noch nicht bestätigt ist oder widerlegt wird und sich darüber Gedanken zu machen, finde ich persönlich ziemlich interessant. (I1.1; Z. 166-169)
--	--	--	--	---	---

Anhang K: Ausführliche Darstellung des Categoriesystems zu Fachinhalten der Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen (Studie 2)

4. Tabelle zur Beziehung zwischen Mikroorganismen und Wirt

Übergeordnete Kategorie	Haupt-kategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung (Schülerantworten in hell grau)	Paraphrase (Schülerantworten in hell grau)	Zitate der Lehrer*innen zu NOS (Schülerantworten in hell grau)
Abhängigkeitsverhältnis von Wirt und Bakterien	Gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Symbiontische Beziehung	Fast unsichtbare Verbindung, erst bei Schwierigkeiten wie Krankheiten bemerkbar	Nicht romantische Beziehung, sondern fast unsichtbar. Verbindung oft erst bei Schwierigkeiten bemerkbar, wie z.B. beim Thema Essen mit Karies oder Durchfall. Erinnerung an Mäuse mit Adipositas und Stuhltransplantation.	Nicht romantisch, sondern fast unsichtbar. Ich merke die Verbindung erst, wenn etwas schief läuft wie bei Durchfall oder Karies. Zum Beispiel beim Thema Essen merkt man dann die Wirkung von Bakterien wie beim adipös sein oder dem Zucker. Erinnerung an die Mäuse mit der Stuhltransplantation und sehr erstaunt über das Ergebnis.	R: Ich kann ja schon mal einen Start machen. Also romantisch empfinde ich die Beziehung ja nicht. Man merkt, ich finde bei Tieren bemerkt man an sich selber ja immer erst dann etwas, [wenn es] schief geht: entweder man bekommt Durchfall oder was weiß ich. Das finde ich immer so ein bisschen eigenartig. Man merkt das immer erst, wenn etwas krankhaft oder pathologisch wird. Die Leute mit der Mundfäule, Karies. Dann merkt man, dass etwas schief geht. Also ich würde diese Beziehung keinesfalls als romantisch bezeichnen, sondern eher als fast unsichtbar. Und das kriegt man glaube ich ganz gut hin, wenn man seinen Kindern beibringt wie man isst. Oder wie man besser nicht essen sollte, weil manche laufen mit aufgetriebenen Bauch durch die Gegend oder was weiß ich. Durch Zucker kriegt man dann irgendwelche massiven Talfahrten oder sowas. Oder zu fett werden, adipös und so weiter und dann hat man letztendlich die Wirkung von Bakterien mit dabei. Das war doch so bei der Stuhltransplantation oder? Mit den Mäusen war das doch so? - Da hat man dann total fetten Mäusen, die dann mit dem total falschen Mikrobiom besetzt waren. Also das fand ich wirklich sehr abgefahren. Da fragt man sich manchmal selber: Da kann man zum Beispiel Abnehmkuren, Schlankheitskuren mit machen oder sowas. (I1; Z. 9-19; 21-23)

			<p>Unterschiedliche Bedürfnisse - Bakterien wollen überleben, für Wirt Bakterien nützlich und nicht nützlich</p>	<p>Romantische Beziehung als Symbiose, die lebenswichtig ist. Fast noch mehr als Liebesbeziehung, weil man nach der Trennung nicht stirbt, aber ohne Bakterien schon. Schön dies im Unterricht zu diskutieren.</p>	<p>Zustimmung bei "romantischer Beziehung" als Symbiose zwischen Wirt und Bakterien, die lebenswichtig ist und ohne Bakterien hätten wir große Probleme. Beispiel Antibiotika oder beim Kaiserschnitt mit dem Einreiben des Vaginalschleims der Mutter als erste Bakterienbesiedlung nach der Geburt. Fast mehr als eine Liebesbeziehung, weil man nicht stirbt wenn man sich trennt, aber bei Bakterien ist es schon so, weil ich dann meine Nahrung nicht mehr aufschlüsseln kann. Dieses Thema dann gut mit Schüler*innen zu diskutieren.</p>	<p>1: [Bezogen auf die romantische Beziehung beim ersten Zitat], also wenn man eine Beziehung hat, die man als Symbiose bezeichnen würde, dann ja. So grundsätzlich, ich weiß jetzt nicht, ob ich das als Liebesbeziehung bezeichnen würde. Aber dass das eine Symbiose ist, denke ich, kann man ganz klar in den Vordergrund rücken. Also es gibt ja noch im englischen die Unterscheidung in <i>mutualism</i>. Ich weiß jetzt gar nicht, wie das andere heißt. Und noch Allianzen und so weiter. Also es ist wirklich eine lebenswichtige Symbiose ist. Ich glaube, dass könnte man auch nochmal hervorheben. Das wir schlicht und ergreifend ganz, ganz große Probleme hätten. Kann man ja letztendlich an sich selbst beobachten, wenn man Antibiotikum nehmen müsste. Also das man da selbst ganz, ganz große Probleme kriegt, dass glaube ich schon. Ich weiß zum Beispiel, also wenn das war mir, ich weiß jetzt gar nicht in welchen Kontext ich das hatte, aber zum Beispiel das Babys, wenn sie mit Kaiserschnitt geboren werden, dann danach nochmal mit dem Vaginalschleim der Mutter eingeschmiert werden, weil sie den normalerweise bei der Geburt aufnehmen würden. Und dadurch ihre erste Bakterienbesiedlung im Darm bekommen. Und durch den Kaiserschnitt fehlt das ja. Das heißt, die müssen dann tatsächlich nochmal quasi nachträglich eingeschmiert werden. Damit sie diese Darmbesiedlung haben. Das finde ich zeigt schon eigentlich wie wichtig die sind. Und ja, wir könnten jetzt schon fast sagen, ist schon fast mehr als eine Liebesbeziehung, weil wenn eine Liebesbeziehung zu Ende geht, das ist zwar auch nicht schön aber ich sterbe für gewöhnlich nicht daran. Wenn mir Bakterien fehlen, dann sterbe ich daran, weil ich meine Nahrung nicht aufschlüsseln kann, also ähm. Man könnte es denke ich sogar die Schüler selber diskutieren lassen. Wenn man das Thema zuerst hat, dann könnte man genau diese Frage stellen. (I2; Z. 268-287)</p>
			<p>Symbiose zwischen Wirt und Bakterien – beidseitiger Vorteil</p>	<p>Gewisse Romantik durch gegenseitige Ergänzung und Abhängigkeit von uns und Bakterien z.B. bei Darmbakterien.</p>	<p>Gewisse Romantik durch gegenseitige Ergänzung und Abhängigkeit zwischen Bakterien und Wirt z.B. bei Darmbakterien. Einschätzung als unverzichtbares Miteinander.</p>	<p>S3: Ich denke in einem gewissen Teil ist [bei den Beziehungen von Bakterien und uns] schon eine Romantik mit dabei, weil sich das einfach so ergänzt und wir aufeinander angewiesen sind. Zum Beispiel was die Darmbakterien angeht. Ansonsten (lachen), also ich weiß jetzt nicht, wie genau romantische Beziehungen definiert ist, aber ich denke schon, dass es ein miteinander ist und auf das nicht verzichtet werden kann. (I2.2; Z. 130-134)</p>
			<p>Ablehnen der Metapher „einer romantischen Beziehung“ – vielmehr untrennbare Verbindung</p>	<p>Keine romantische Beziehung, Formulierung ein bisschen komisch. Zustimmung beim Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Bakterien.</p>	<p>Keine romantische Beziehung, Formulierung klingt ein bisschen komisch. Aber Zustimmung beim Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Bakterien.</p>	<p>Y.: Also ich hab da jetzt nicht viel zu widersprechen. Ich fand auch diese romantische Beziehung, also ich weiß das hat Ml. vor ein paar Minuten gesagt, das war jetzt nicht das, was er gerade gesagt hat. Aber das fand ich auch ein bisschen komisch als Formulierung. Aber sonst dem was gesagt wurde [zum Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirt und Bakterien], kann ich nur zustimmen. (S1; Z. 170-173)</p>

				Frage bei romantischer Beziehung: Wer braucht wen? - Dilemma-Situationen und Bewertungskontexte im Biologieunterricht gesucht z.B. Einnahme von Antibiotika	Romantische Beziehung: Frage dabei wer braucht wen? Bakterien in Vaginalbereich der Mutter können auch ohne Besiedlung von Baby überleben, daher eher einseitige Beziehung. Bewertungskontexte und Dilemma-Situationen sind im Biologieunterricht gesucht z.B. Einnahme von Antibiotika ja oder nein.	2: Und ich finde gerade halt auch bei dem Begriff 'romantische Beziehung' ist ja immer die Frage, wer braucht wen. Also die Bakterien in der Vaginalschleimhaut werden wahrscheinlich auch noch überleben, wenn sie das Baby nicht eingerieben haben. Also da ist es dann ja eine einseitige Beziehung, aber das regt natürlich dazu an darüber zu diskutieren. Das stimmt schon und das zu bewerten. Und das ist ja immer, diese Bewertungskontexte sind ja immer gesucht im Biounterricht. Weil das ja das spannende ist darüber nachzudenken. Oder so Dilemma-Situationen zu diskutieren einfach. Die gibt es mit Bakterien sicherlich auch. Also Antibiotika nehme ich es oder nicht. Ist ja auch irgendwie ein Dilemma. Wenn ich irgendwie jetzt schnell wieder auf dem Damm kommen kann, wenn ich das jetzt nehme, aber dafür zerschottere ich mir jetzt dafür einmal meine Darmflora oder nehme ich es nicht und nehme mir dafür halt ein wenig länger Zeit um wieder gesund zu werden. Was ja oft vielleicht auch funktioniert. Dann ist es ja eine Dilemma-Situation. (I2; Z. 288-299)
			Keine aktive Bemühung des Zusammenlebens durch evolutive Anpassungen	Kritisch sehen mit romantischer Beziehung, klingt nach aktiver Bemühung von beiden Partnern aber nicht unbedingt der Fall durch evolutive Anpassungen.	Schwierige Begrifflichkeit mit romantischer Beziehung, klingt nach aktiver Bemühung von beiden Partnern aber nicht unbedingt der Fall. Vielmehr evolutive Anpassung ohne eine aktive Komponente.	3: Beides, okay. Na gut. Ich finde die Bezeichnung 'romantische Beziehung' auch ein bisschen schwierig, aber gut. (...) Klingt als wenn sich beide Partner aktiv um irgendetwas kümmern würden, wie du sagtest, und das ist ja jetzt nicht unbedingt der Fall und es ist ja auch immer schwierig, weil wir ja über diese evolutive Anpassung sprechen und da jetzt so eine aktive Komponente mit hineinzubringen. (I2; Z. 301-306)
Einseitiges Abhängigkeitsverhältnis	Wirt hat ein Abhängigkeitsverhältnis zu Bakterien	Bakterien als Helfer z.B. im Darm	Zugang zu Schüler*innen bei Bakterien nicht mit romantische Beziehung, sondern ich brauche Bakterien für meine Verdauung.	Keine romantische Beziehung. Bakterien sind nicht nur negativ sind. Besser vorstellbar für Schüler*innen, dass ich sie brauche für die richtige Verdauung. Bezug zu Schüler*innen herstellen um es besser nachzuvollziehen.	L: Ja, gut. Also als romantisch würde ich es nicht bezeichnen. Ja, ich will das damit vielleicht schon wegnehmen: Bakterien sind nicht immer nur negativ. Also ich denke man kann es sich da dann besser vorstellen, weil wenn ich dann sage: „Ich brauche die Bakterien, das ich die richtige Verdauung habe“ Also ich glaube, dass der Schritt dann leichter ist in der Vorstellung der Schüler. Also ohne das sie jetzt die einzelnen Schritte, was da passiert und was macht mich krank habe, sondern das ich den Bezug [herstelle], dass ich das leichter nachvollziehen kann. (I1; Z. 47-52)	
		Überlebenswichtige Bakterien in uns	Übertriebene Metapher als "romantische Beziehung" zwischen Bakterien und uns. Zustimmung bei untrennbarer, mikrobieller Gemeinschaft.	"Romantische Beziehung" als Metapher zwischen Bakterien und uns übertrieben. Zustimmung bei untrennbarer, mikrobieller Gemeinschaft zwischen Organismen und Bakterien. Brauchen Bakterien um zu überleben.	B: Also ich finde bei der ersten [Aussage zu der komplexen mikrobiellen Gemeinschaft und der romantischen Beziehung], da stimme ich A. so ein bisschen zu, dass mit der romantischen Beziehung. Das ist zwar nur eine Metapher, aber irgendwie finde ich, ist das ein bisschen doll vielleicht. Also das erste, das wir alle untrennbar mit einer mikrobiellen Gemeinschaft verbunden und abhängig sind, da würde ich jetzt zustimmen, weil meiner Meinung nach ist es ja auch so, dass wir das sozusagen brauchen, um überleben zu können bzw. auch andere Organismen. (I1.1; Z. 43-47)	

			<p>Wissen um überlebenswichtige Bakterien in uns.</p> <p>Unzutreffende Bezeichnung als "romantische Beziehung", generell Organismus abhängig von vielen Bakterien und nehmen Bezug aufeinander.</p> <p>Frage nach Folgen eines Organismus ohne Bakterien – Umgang mit Defiziten.</p>	<p>Gibt Bakterien, ohne die wir nicht überleben können.</p> <p>Bezeichnung als "romantische Beziehung" nicht ganz zutreffend, aber generell abhängig von vielen Bakterien und nehmen Bezug aufeinander.</p> <p>Frage nach Folgen, wenn Organismus keine Bakterien hätte und stattdessen Defizite hätte.</p>	<p>S.: Ich weiß halt, dass es Bakterien gibt, ohne die wir nicht überleben können. Und das ist mir halt eingefallen, als ich das erste Zitat [zu der mikrobiologischen Gemeinschaft] gelesen habe. (S1; Z. 55-57)</p> <p>A: Ok. Also Aussage eins [zu der romantischen Beziehung zwischen uns und Mikroben] würde ich nicht unbedingt zustimmen. Also ich finde als romantische Beziehung sowas zu bezeichnen, das ist meiner Meinung nach nicht so ganz zutreffend. Also es ist natürlich so, dass wir sehr abhängig von vielen, vielen Mikroorganismen sind und das diese natürlich auch in Bezug zueinander stehen. Aber allgemein kann ich mit Aussage eins nicht so viel anfangen. (I1.1; Z. 26-30)</p> <p>S2: Dazu frage ich mich auch, was passieren würde, hätten wir nicht diese Bakterien. Was ist, wenn man diese Defizite hat. Was ist, wenn das nicht vorhanden ist? (I2.2; Z. 57-58).</p>
		<p>Fast unsichtbare Verbindung, erst bei Schwierigkeiten wie Krankheiten bemerkbar</p>	<p>Nicht romantische Beziehung, sondern fast unsichtbar. Verbindung oft erst bei Schwierigkeiten bemerkbar, wie z.B. beim Thema Essen mit Karies oder Durchfall. Erinnerung an Mäuse mit Adipositas und Stuhltransplantation.</p>	<p>Nicht romantisch, sondern fast unsichtbar. Ich merke die Verbindung erst, wenn etwas schief läuft wie bei Durchfall oder Karies. Zum Beispiel beim Thema Essen merkt man dann die Wirkung von Bakterien wie beim adipös sein oder dem Zucker. Erinnerung an die Mäuse mit der Stuhltransplantation und sehr erstaunt über das Ergebnis.</p>	<p>R: Ich kann ja schon mal einen Start machen. Also romantisch empfinde ich die Beziehung ja nicht. Man merkt, ich finde bei Tieren bemerkt man an sich selber ja immer erst dann etwas, [wenn es] schief geht: entweder man bekommt Durchfall oder was weiß ich. Das finde ich immer so ein bisschen eigenartig. Man merkt das immer erst, wenn etwas krankhaft oder pathologisch wird. Die Leute mit der Mundfäule, Karies. Dann merkt man, dass etwas schief geht. Also ich würde diese Beziehung keinesfalls als romantisch bezeichnen, sondern eher als fast unsichtbar. Und das kriegt man glaube ich ganz gut hin, wenn man seinen Kindern beibringt wie man isst. Oder wie man besser nicht essen sollte, weil manche laufen mit aufgetriebenen Bauch durch die Gegend oder was weiß ich. Durch Zucker kriegt man dann irgendwelche massiven Talfahrten oder sowas. Oder zu fett werden, adipös und so weiter und dann hat man letztendlich die Wirkung von Bakterien mit dabei. Das war doch so bei der Stuhltransplantation oder? Mit den Mäusen war das doch so? - Da hat man dann total fetten Mäusen, die dann mit dem total falschen Mikrobiom besetzt waren. Also das fand ich wirklich sehr abgefahren. Da fragt man sich manchmal selber: Da kann man zum Beispiel Abnehmkuren, Schlankheitskuren mit machen oder sowas. (I1; Z. 9-19; 21-23)</p>
		<p>Bakterien haben ein Abhängigkeitsverhältnis zum Wirt</p>	<p>Nutzung des Wirtes als Lebensraum – keine direkten Auswirkungen</p> <p>Symbiose auf und in dem Körper als romantische Beziehung, aber hier eher Benutzung des Wirtes wie bei Pilzen.</p>	<p>Symbiose auf und im Körper als romantische Beziehung, aber in diesem Fall eher Benutzung des Wirtes wie bei Pilzen.</p>	<p>S: Es gibt zum Beispiel Symbiosen auf dem Körper oder in dem Körper und dann gibt es sozusagen keine romantische Beziehung, sondern ich würde eher das andere [sagen]. Das sozusagen der eine den anderen als Wirt benutzt, Ja zum Beispiel Pilze nutzen ja meistens den anderen als Wirt. (I3; Z. 82-84)</p>

			Parasitäre Nutzung des Wirtes	Ablehnen der Metapher einer "romantischen Beziehung" - Unfreiwillige Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Klingt eher wie toxische Beziehung, wenn nach dem Gehörten Darmbakterien Einfluss auf unser Essen nehmen können. Art der Beeinflussung von Bakterien auf uns nicht nur biologisch interessant, sondern auch im politischen Sinne durch mögliche Manipulation von Unternehmen oder Regierungen bei Inhaltsstoffen im Essen (hineinpacken von rohen Bakterien).	Ablehnen der Metapher einer "romantischen Beziehung" - Unfreiwillige Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Klingt eher wie eine toxische Beziehung, wenn nach dem Gehörten unsere Darmbakterien Einfluss auf unser Essen nehmen wie z.B. bei der Auswahl von Pommes nicht nach guten Geschmack sondern dem Chemiezeugs wählen. Diese Art der Beeinflussung von Bakterien auf uns ist nicht nur biologisch interessant, sondern auch im politischen Sinne. Unternehmen oder Regierungen könnten bestimmte Sachen ins Essen hineinpacken wie rohe Bakterien und uns damit beeinflussen.	ML: Beim ersten Zitat ist mir direkt eingefallen, dass das ein bisschen seltsam geschrieben ist mit den romantischen Beziehungen. Weil ich jetzt in letzter Zeit etwas gehört habe, dass ja auch einige Zellen das unfreiwillig machen, [also] dass eine Beziehung zwischen uns und den Bakterien herrscht. Ich habe mal gehört, das klingt für mich wie eine wilde Theorie, das Bakterien, Darmbakterien, uns beeinflussen können durch irgendeinen Prozess. Und damit unsere Entscheidungen, was Essen oder irgendwas betrifft, beeinflussen. Was ich da faszinierend fand, das wirkt für mich manchmal, wenn ich da jetzt den Begriff romantische Beziehung höre, eher wie eine leicht toxische Beziehung. Ich meine, es gibt beim Essen ja auch Mittel, wenn wir jetzt an Pommes denken, die nicht direkt süchtig machen, aber auch nicht gut für einen sind. Da denkt man so: Ja, die sind jetzt so, dass man sie eher isst als andere Sachen, weil sie besser schmecken. Nicht weil sie besser sind, sondern weil sie halt so ein Chemiezeug in sich besitzen. Und wenn man sich dann noch überlegt, dass Bakterien dazukommen, die, wenn man dieser Theorie Glauben schenkt, dann auch noch unser Essen beeinflussen, dann halt ein großes Problem hat. Das kann dann auch interessant sein, nicht nur im biologischen Sinne. Sondern auch in dem weiteren [Sinne]. Auch chemisch oder wenn man das wirtschaftlich oder politisch betrachtet, im rein politischen Sinne. Ich meine, überlege mal, wenn Unternehmen oder auch einfach Regierungen zum Beispiel Menschen beeinflussen können. Nicht indem sie Werbung oder so stellen, sondern indem sie in ihr Essen bestimmte Sachen hineinpacken oder indem sie vielleicht so rohe Bakterien hineinpacken. Was wahrscheinlich seltsam und auch illegal wäre, aber ja. Deswegen hab ich mich gerade daran erinnert, gerade wegen der Darmbakterien. (S1; Z. 58-76)
	Gar kein Abhängigkeitsverhältnis		Omniprésente Bakterien mit Wechselwirkung zur Umwelt	Keine aktive Beteiligung oder gezielte Interaktion durch Bakterien, leben einfach im Körper	Keine aktive Beteiligung durch Bakterien, leben einfach im Darm des Menschen oder auf der Haut. Ist keine gezielte Interaktion. Kritisch sehen mit romantischer Beziehung.	3: Wenn man zum Beispiel die Probiotika einnimmt. Das man sich irgendwie um sein Körper kümmert in Anführungszeichen. Aber genau, wie du schon sagtest, die Bakterien ist jetzt nicht so, dass die gezielt hier irgendwas machen damit es uns Menschen besser geht, denn sie leben halt einfach in unserem Darm oder auf unserer Haut, was sich auch immer sich gerade für sie anbietet oder was auch immer. Aber es ist jetzt nicht eine gezielte Interaktion mit der Beziehung. Deswegen würde ich das jetzt eher kritisch sehen mit der romantischen Beziehung. I2; Zeile 301-311)

5. Tabelle zur Wahrnehmung von Bakterien

Übergeordnete Fragen	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung (Schülerantworten in hell grau)	Paraphrase (Schülerantworten in hell grau)	Originalzitate (Schülerantworten in hell grau)
----------------------	----------------	-----------------	-----------	---	--	--

<p>Überwindung des Stigmas „gute vs. böse Bakterien“</p>	<p>Herausforderungen zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“</p>	<p>Fokussierung auf negative Beispiele von Bakterien im Curriculum</p>	<p>Bakterien als Feindbild beim Immunsystem</p>	<p>Persönlich Immunsystem mit bakterieller und viraler Infektion durchgenommen. Ebenso strukturellen Aufbau von Viren und Bakterien angeschaut, alles immer in Bezug zum Menschen.</p>	<p>Unterschiedlicher Biologieunterricht in der Klasse. Persönlich Immunsystem mit bakterieller und viraler Infektion mit Bezug zum Menschen durchgenommen. Danach strukturellen Aufbau von Viren und Bakterien angeschaut sowie bestimmte Erkrankungen, alles immer in Bezug auf den Menschen.</p>	<p>C: Wir haben ursprünglich ja unterschiedlichen Biologieunterricht gehabt, deshalb kann das so ein bisschen variieren. Und ich persönlich habe das Immunsystem behandelt und bakterielle und virale Infektionen und das in Bezug auf den Menschen. Und danach haben wir uns gemeinsam im Profil, ich glaube das war in der 11., mit dem strukturellen Aufbau von Bakterien und Viren beschäftigt. Und wir hatten auch ein/zwei Beispiele, wenn ich mich jetzt recht erinnere. Und solche Beispiele wie bestimmte Erkrankungen, die tauchen natürlich immer wieder auf, auch in Bezug auf andere Themen. Aber soweit ich mich erinnern kann, hatte ich was Bakterien betrifft nichts außerhalb von menschlichen Beispielen. (1.1.; Z. 114-121)</p>
				<p>Ganz logisch, Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems behandelt. Idee Unterricht interaktiver zu gestalten: Immunsystem im Kompletten begreifen, dann z.B. schlechtes Bakterium hinzufügen und schauen, wie sich das auswirkt in Bezug auf Infektionen. Dabei differenzieren, was gut und schlecht für den Körper ist. Wann kommt es auch zur Überbelastung.</p>	<p>Ganz logisch, Bakterien im Rahmen des Immunsystems zu behandeln. Idee für den Unterricht dabei interaktiver gestalten: Erstmal Immunsystem im Kompletten begreifen, dann z.B. ein schlechtes Bakterium hinzufügen und schauen, wie sich das auswirkt in Bezug auf Infektionen. Dabei differenzieren, was gut und schlecht für den Körper ist. Wann kommt es auch zur Überbelastung z.B. wenn man mehr als ein Bakterium hinzufügt?</p>	<p>C: Ich würde auch gerne noch was hinzufügen. Und zwar war das für mich eben ganz logisch, aber mir ist eben aufgefallen, dass ich das gar nicht gesagt habe: Und zwar würde ich das Thema Bakterien natürlich im Zuge mit dem Immunsystem behandeln. Also das war bei mir so der Grundgedanke. Natürlich gehört das da mit zu. Und ich muss sagen als ich das Thema Immunsystem hatte, da hatten wir so eine schicke Grafik mit den verschiedenen Stationen und so. Und das fand ich echt gut und das ist auch gut im Gedächtnis geblieben. Und ich dachte, dass man da vielleicht das so ein bisschen interaktiv machen könnte. Das man sich das Immunsystem anschaut und erstmal im Kompletten begreift und dann beispielhaft ein Bakterium zuführt und schaut wie sich das auswirkt. Das wäre dann ja ein schlechtes Bakterium – in Anführungszeichen. Gerade in Bezug auf Infektionen und so und das man dadurch so ein bisschen differenzieren könnte, was gut und was schlecht für den Körper ist und das da halt die Menge das macht und der Status des Immunsystems. Und das wenn man mehr als ein neues Bakterium zuführt, dass das vielleicht auch zu einer Überbelastung führen kann, was sich dann weitervermehren kann. Also so würde ich mir das vorstellen als interessante Einheit. (1.1.; Z. 90-102)</p>
				<p>Informationen über Bakterien ein wenig von überall her wie Bücher oder Unterricht. Behandlung der Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems.</p>	<p>Informationen über Bakterien ein bisschen von überall hergeholt, viel gelesen und auch etwas im Unterricht dazu gemacht. Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems behandelt.</p>	<p>ML: Vielleicht kann S. da noch mehr [zum Thema Bakterien in der Schule sagen] sagen. Ich habe die meisten Informationen so ein bisschen dazu von überall hergeholt und mich im Unterricht, als wir zu Zeiten von Corona und Online-Schule Zuhause sein mussten, dazu einfach sehr, sehr viel gelesen und auch geschaut und im Unterricht dann auch mitgemacht, aber leider nicht so viel wie ich hätte sollen. Darum weiß ich nicht mehr genau. S. hat immer sehr viel mitgemacht, das weiß ich noch und eigentlich auch die anderen, die jetzt noch da sind und die müssten mehr dazu sagen können. Was ich aber sagen kann ist, dass wir das Thema [Bakterien] behandelt haben, [auch] das [Thema] Immunsystem behandelt haben. Auch schon vorher, bevor Corona so</p>

						schlimm wurde, schon sehr lange vorher durchgenommen haben. Und ich mir daraus und eben aus anderen Sachen ein Bild erschlossen habe. Aber das konkrete Beispiel gerade mit diesem Vergleich zwischen Körper und Gesellschaft, das hab ich woanders her. Aber auch nicht aus so einem Wissenschaftsteil, erstaunlicherweise. Sondern aus einem Science-Fiction Bereich. Ich weiß aber ganz sicher die Reaktion des Körpers auf Viren, und auch Bakterien, aber vor allem Viren und auch die Art wie Bakterien auch im Körper leben mehrfach angesprochen haben, weil es halt in jedem Bereich wichtig ist. (S1; Z. 147-159)
		Einnahmen von Medikamenten (wie Antibiotika)	Fehlende Bakterien im Magen passiert häufiger wie durch Antibiotika. Zerstörung der Darmflora.	Folge von keinen Bakterien - Passiert häufiger z.B. bei der Einnahme von Antibiotika und der Zerstörung der Darmflora und die verantwortlichen Stoffe dafür.	S3: Ja also zu S1 jetzt noch [und den Auswirkungen von fehlenden Bakterien im Magen]. Was man jetzt noch ergänzen könnte. Was er meinte, was passiert wenn keine Bakterien da sind: Das passiert ja öfters, wenn man zum Beispiel Antibiotika nimmt oder so. [Da] wird ja die Darmflora zerstört. Also vielleicht nochmal in Verbindung bringen mit Stoffen, die unsere Darmflora sozusagen oder die Bakterien im Magen-Darm-Trakt sozusagen zerstören. (I2.2; Z. 64-68)	
			Frage nach der Beeinflussung von Medikamenten und Bakterien z.B. beim Wandel in multiresistente Keime.	Frage inwiefern Medikamente durch Bakterien beeinflusst werden z.B. multiresistente Keime.	S: Also dann hat eben gerade noch eine Schülerin gefragt aus dem Kurs, wie es damit aussieht inwiefern Bakterien Medikamente beeinflussen und wie der Wandel durch multiresistente Keime entsteht? (I3; Z. 37-39)	
	Strukturelle Probleme bei der Umsetzung	Zu wenig aktuelles und motivierendes Unterrichtsmaterial zu Bakterien	Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, spannendes Thema für Schule bei dem alle zuhören würden und im Gedächtnis bleibt. Jedoch keine Materialien dazu, obwohl gerne gewünscht. Zweites Thema Evolution des Menschen im Zusammenhang mit Mikrobiom. Lässt sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht, jedoch keine Materialien dazu.	Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, dass bei dem Thema alle zuhören würden in der Klasse und dies bis zum Abi noch wüssten. Jedoch keine Unterrichtsmaterialien dazu, obwohl die Person dies gerne hätte. Zweites Thema war die Evolution des Menschen im Zusammenhang mit dem Mikrobiom. Das sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern lässt. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht.	I1: Ich kann mich selbst [daran] erinnern, dass ich irgendwann mal einen Vortrag zur Ernährung hatte. Wo dann der Arzt, der den Vortrag gehalten hat, dann über Stuhltransplantation redete. Und ich dachte so, oh mein Gott. Wenn ich das jemals in der Schule erzählen sollte oder irgendwo einbauen würde. Ich wüsste, mir würden alle zuhören und es würde jeder noch wissen. Keine Ahnung, kannst du drei Jahre später beim Abi nochmal fragen und wisst ihr noch, jaja, wir haben über Stuhltransplantation geredet. Und das wäre so ein Thema, wo ich gedachte hatte: 'Da habe ich nichts dazu'. Aber weil es da glaube ich um <i>Morbus Chrom</i> und sowas ging. Diese entzündlichen Darmgeschichten und das man das tatsächlich dadurch heilen kann, weil das Mikrobiom dann an der Stelle dafür verantwortlich ist. Mein Gott, da hätte ich gerne was dazu. Und das zweite war dann auch ein Vortrag, denn wir hier an der Schule hatten, auch von der Uni Kiel. (...)Genau, da ging es auch um die Evolution des Menschen und da sagte er: 'Naja, das einzige, wo er sich das vorstellen könnte, das wird wahrscheinlich letztendlich das Mikrobiom sein'. Weil wir das eben nicht so leicht, ich sage mal nach unseren Vorstellungen gestalten können, wie beispielsweise 'es ist kalt, wir ziehen uns eine Jacke über'. So kann ich beispielweise nicht sagen, okay,	

						ich habe dieses und jenes Problem und deswegen nehme ich jetzt dieses Bakterium und dann geht das wieder. So einfach ist es dann ja nicht. Ja, also das waren jetzt so zwei Seiten, die mir so einfallen und die ich gern mal machen würde. (I2; Z. 160-177)
			Schlechtes Image medial verbreitet	Vermittlung des schlechten Images von Bakterien auch über Apotheken. Gefühl von gesamte Umwelt möchte einen schaden, aber das ist nicht so.	Falsches Bild von Bakterien durch Medikamente oder Apotheke, indem Eindruck geweckt wird das ihre gesamte Umwelt ihnen Schaden möchte z.B. indem seltenes Bakterium eingeatmet wird oder die Nase verstopft, aber Extremfall und Bakterien sind nicht nur schlecht.	S4: Dieses Bild wird ja auch durch Medikamente, vor allem wenn man auch in die Apotheke geht, wird es einem ja auch meistens vermittelt, dass selber ja nicht irgendwer ein seltenes Bakterium eingeatmet und da irgendwie nachher die Nase verstopft. Also das man eher darauf einget, dass das ja halt so dargestellt wird. (...) Nein ich meine, dass man halt darauf, wenn ich Kindern, wenn die mal in die Apotheke gehen, dann sehen sie überall Medikamentverpackungen und kriegen ein Bild davon, dass irgendwie ihre ganze Umwelt ihnen irgendwie schaden möchte. Wobei das so im Extremfall, wie wenn sie in der Apotheke geballt in der Fläche dargestellt wird, gar nicht ist. (I2.2; Z. 149-152; 157-160)
			Zu wenig Equipment für Schülerversuche in der Schule	Viele offene fachliche Fragen zum Thema Signalkette von Bakterium zum Körper und umgekehrt, aber allgemein wenig Informationen dazu zu finden.	Entscheidend ist Signalkette von Bakterien zum Körper und zurück. Kennt Forscher*innen, die sich damit beschäftigen, aber allgemein wenig Ahnung darüber, sowie wenig Informationen dazu zu finden oder kein Zugang zu Probenmaterial wie zu Schwämmen um Signalketten genauer zu untersuchen.	R: Was das Entscheidende ist, was man ja auch gerne mal vergisst: Das es ja immer eine Signalkette geben muss vom Bakterium zum Körper und wieder zurück. Ich kenn zwar zwei Forscher, die sich damit beschäftigen, aber das sind für mich alles „Böhmische Wälder“. Also da kriege ich überhaupt nichts [mit]. In Büchern ist nichts zu [finden] und in meiner Ausbildung hatte ich das nicht. (...) Also L. wird ja über Schwämme sprechen. Und wenn man so einen Schwamm durch ein Sieb streicht. Ich habe mal versucht, das anzusetzen, aber ich komme nicht an Schwämme heran oder an die, die ich bräuchte. Die [können] eigen und fremd ganz gut unterscheiden und da die ganzen Signalwege sind quasi mit einem großen Fragezeichen für mich überschrieben. Genauso wie dann die von Bakterien im Körper oder im Boden oder was, die reagieren ja alle auf etwas. (I1; Z. 174-178; 180-184)
		Alltagsvorstellung von Bakterien vor allem negativ	Erste Assoziation vor allem Wirt-Parasit-Beziehung	Vorstellung dass Bakterien schlecht sind, weil sie sich vom Menschen ernähren und uns um unsere Nährstoffe berauben. Schwierig zu sagen, dass Bakterien weder gut noch schlecht sind. Gemeint sein könnte Symbiose oder	Bakterien sind schlecht, weil sie sich vom Menschen ernähren und uns um unsere Nährstoffe berauben. Generell schwierig zu sagen, dass Bakterien weder gut noch schlecht sind. Gemeint sein könnte die Symbiose oder der ungleiche Austausch, dann	ML: Naja, ich finde das dritte Zitat [zum Stigmata von guten und bösen Bakterien und das sie vor allem neutral sind] – Moment, ich guck nochmal, ob ich das richtig gelesen habe. Das Problem ist ja eigentlich eher, wo ich früher immer Bakterien und [Bakterium: wahrscheinlich Viren mit gemeint] verwechselt habe und dann direkt dachte, dass muss ja schlecht sein, dass kann uns ja befallen. Ja, eigentlich sind Bakterien ja insofern schlecht, dass sie sich von Menschen ernähren und wenn man

			<p>ungleicher Austausch. Bakterien schlecht durch Stoffe, die sie ausscheiden und Aufnahme von Stoffen, die wir eigentlich brauchen. z.B. kein aktiver Schaden durch Darmbakterien, aber könnte bei schlechter Ernährung entstehen. "Neutrale" Bakterien - Frage der Anwendung. Vorstellung das Bakterien auch Krankheitserreger befallen wie bei Malaria. Aber Bakterien können bei anderen Tieren mit einem anderen Metabolismus durchaus hilfreich sein. Generell Umgebung der Bakterien entscheidend und Einfluss auf Körper.</p>	<p>wären Bakterien eher schlecht durch die Stoffe, die sie ausscheiden und das sie Stoffe aufnehmen, die wir eigentlich brauchen. z.B. Darmbakterien schaden uns nicht aktiv, aber Schaden könnte bei schlechter Ernährung entstehen. "Neutrale" Bakterien sind eine Frage der Anwendung. Vorstellung das Bakterien auch Krankheitserreger befallen wie bei Malaria. Also Bakterien können bei anderen Tieren mit einem anderen Metabolismus durchaus hilfreich sein. Generell Umgebung entscheidend, aber auch Einfluss auf Körper.</p>	<p>jetzt die Theorie aufstellen kann, dass der Mensch ja an sich nicht das, was in uns drin lebt, dadurch beraubt wird, dass andere Tiere – nicht Tiere sondern Lebewesen – in uns drin leben, nämlich Bakterien und unsere Nährstoffe [Ml. Wird angerufen]. Kurz und knackig: Ich glaube, dass es schwierig ist zu sagen, dass Bakterien weder gut noch schlecht sind, aber wenn man meint, dass der Prozess von Symbiose [gemeint ist] oder in manchen Fällen ist es halt der Prozess von einem ungleichen Austausch schlecht ist, dann glaube ich, dass Bakterien eher schlecht sind. Und man muss auch sagen, ich weiß (es) nicht wie viel Prozent das sind, aber soweit ich mich erinnere, ist es so, dass Bakterien dadurch schlecht sind, dass sie sich halt im Körper vermehren. Die Stoffe, die uns schaden, ausscheiden und Sachen, die wir brauchen zum Überleben, aufnehmen. Ja, ich meine, ich weiß jetzt nicht wie es beim Darmbakterium ist. Ich glaube, die schaden uns ja nicht aktiv. Zumindest nicht so, dass wir dadurch sterben. Aber das ist ja auch ein bisschen wie ich bei Zitat eins gesagt habe, dass es da ja auch durchaus zum Schaden kommen könnte, wenn man sich schlecht ernährt zum Beispiel. Also ich glaube, wenn man wirklich sicher sein möchte, da ich jetzt keine Studien rumliegen habe, die man abfragen kann, würde ich sagen, dass Bakterien halt neutral sind, da es eine Frage ist, wie man sie anwendet. Ich kann mir durchaus vorstellen, dass auch Bakterien, ich weiß jetzt kein gutes Beispiel, Krankheitserreger befallen. War es Malaria? Ich weiß es jetzt nicht, egal. Aber Krankheiten bei anderen Tieren mit einem anderen Metabolismus in einem anderen Körper durchaus hilfreich sein können. So ganz abstrakt, Science Fiction mäßig. (...) Ich meine auch einfach, es kommt nicht auf die Umgebung [der Bakterien] an, sondern wie man das Bakterium halt irgendwie als Körper beeinflusst. Also nicht nur auf die Umgebung [bezogen], sondern auf den aktiven Einfluss auf das Bakterium. Aber vor allem auf die Umgebung. Ich bin jetzt mal kurz ruhig, ich sage immer zu viel. Ich monologisiere. (S1; Z. 81-100; 103-106)</p>
			<p>Ablehnen der Metapher einer "romantischen Beziehung" - Unfreiwillige Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Klingt eher wie toxische Beziehung, wenn nach dem Gehörten Darmbakterien Einfluss auf unser Essen nehmen können. Art der Beeinflussung von Bakterien auf uns nicht nur biologisch interessant, sondern auch im politischen Sinne durch mögliche Manipulation von Unternehmen oder</p>	<p>Ablehnen der Methaper einer "romantischen Beziehung" - Unfreiwillige Beziehung zwischen Wirt und Bakterien. Klingt eher wie eine toxische Beziehung, wenn nach dem Gehörten unsere Darmbakterien Einfluss auf unser Essen nehmen wie z.B. bei der Auswahl von Pommes nicht nach guten Geschmack sondern dem Chemiezeugs wählen.</p>	<p>ML: Beim ersten Zitat ist mir direkt eingefallen, dass das ein bisschen seltsam geschrieben ist mit den romantischen Beziehungen. Weil ich jetzt in letzter Zeit etwas gehört habe, dass ja auch einige Zellen das unfreiwillig machen, [also] dass eine Beziehung zwischen uns und den Bakterien herrscht. Ich habe mal gehört, das klang für mich wie eine wilde Theorie, das Bakterien, Darmbakterien, uns beeinflussen können durch irgendeinen Prozess. Und damit unsere Entscheidungen, was Essen oder irgendwas betrifft, beeinflussen. Was ich da faszinierend fand, das wirkt für mich manchmal, wenn ich da jetzt den Begriff romantische Beziehung höre, eher wie eine leicht toxische Beziehung. Ich meine, es gibt beim Essen ja auch Mittel, wenn wir jetzt an Pommes denken, die</p>

			<p>Regierungen bei Inhaltsstoffen im Essen (Vorstellung vom Hineinpacken roher Bakterien).</p>	<p>Diese Art der Beeinflussung von Bakterien auf uns ist nicht nur biologisch interessant, sondern auch im politischen Sinne. Unternehmen oder Regierungen könnten bestimmte Sachen ins Essen hineinpacken wie rohe Bakterien und uns damit beeinflussen.</p>	<p>nicht direkt süchtig machen, aber auch nicht gut für einen sind. Da denkt man so: Ja, die sind jetzt so, dass man sie eher isst als andere Sachen, weil sie besser schmecken. Nicht weil sie besser sind, sondern weil sie halt so ein Chemiezeug in sich besitzen. Und wenn man sich dann noch überlegt, dass Bakterien dazukommen, die, wenn man dieser Theorie Glauben schenkt, dann auch noch unser Essen beeinflussen, dann halt ein großes Problem hat. Das kann dann auch interessant sein, nicht nur im biologischen Sinne. Sondern auch in dem weiteren [Sinne].</p> <p>Auch chemisch oder wenn man das wirtschaftlich oder politisch betrachtet, im rein politischen Sinne. Ich meine, überlege mal, wenn Unternehmen oder auch einfach Regierungen zum Beispiel Menschen beeinflussen können. Nicht indem sie Werbung oder so stellen, sondern indem sie in ihr Essen bestimmte Sachen hineinpacken oder indem sie vielleicht so rohe Bakterien hineinpacken. Was wahrscheinlich seltsam und auch illegal wäre, aber ja. Deswegen hab ich mich gerade daran erinnert, gerade wegen der Darmbakterien. (S1; Z. 58-76)</p>
		<p>Intuitiver Gedanke an Bakterien gleich negativ (wie vergammelte Lebensmittel, Krankheiten oder allgemein Negatives)</p>	<p>Person hat genau diese negative Assoziation von Bakterien: Erste Gedanken an Bakterien sich gleich Krankheiten, vergammelte Lebensmittel oder irgendwas, was man nicht haben möchte. Eher negatives Framing von Bakterien im Kopf, positive Effekte von Bakterien sind kein eigenes Thema im Unterricht und eher so am Rande erwähnt.</p>	<p>Erste Assoziationen zum Thema Bakterien sind tatsächlich negativ: Zum Beispiel Krankheiten, Immunsystem oder vergammelte Lebensmittel oder irgendwas, was man nicht haben möchte. Zurückdenken an das Arbeiten mit Abklatschplatten, die auf gar keinen Fall wieder geöffnet werden dürfen - Botschaft die übermittelt wird: Bakterien sind eine hochgefährliche Biowaffe. Schüler*innen könnten den Eindruck erwecken das Bakterien unser größter Feind sind. Bei anderen Beispielen von positiven Auswirkungen werden Bakterien als Nutztier angesehen und nicht der positive Effekt den Bakterien angerechnet. Grund dafür könnte Arbeit an Uni mit hohem Hygienestandard sein, aber nicht explicit positive Aspekte dabei angesprochen. Schonmal Joghurt hergestellt und auch dort nicht positives Framing von Bakterien oder bei Antibiotika die Probiotika angesprochen. Also kein</p>	<p>2: [Zum Gedanken 'Bakterien sind etwas Gutes'], also ich habe tatsächlich auch gerade gedacht. Wenn ich so überlege, habe ich genau diese [negative] Vorstellung von Bakterien. Wenn ich daran denke, ist es erstmal, ja dass ich zum Beispiel, ja dass ich an Krankheiten denke oder das ich an vergammelte Lebensmittel oder sowas denke. Oder irgendwas, was man sozusagen eigentlich nicht haben möchte. Und wir haben zum Beispiel auch mal Abklatschplatten gehabt. Also alleine die Art und Weise, wie man damit gearbeitet hat. Die werden zugeklebt und auf gar keinen Fall wieder geöffnet. Und ich meine, das ist ja bei Abklatschplatten vernünftig. Man weiß ja auch nicht, was hineingefallen ist. Aber so die Art und Weise, was man so vermittelt ist ja im Grunde: Bakterien sind eine hochgefährliche Biowaffe. So ungefähr. Und das ist, glaube ich, die Idee also auch wie gesagt, wenn ich zum Beispiel Immunsystem mache. Schüler müssen ja im Grunde die Idee im Kopf da hineingekommen, dass Bakterien unser größter Feind sind. Und ich wusste nicht an welcher Stelle man irgendwo mal, also ja auch über Gentechnik meinetwegen. Aber da wird es nicht so dargestellt wie 'hey, das Bakterium, das können wir nutzen'. Das ist, naja etwas salopp, es ist wie so ein Nutztier. Sondern es ist dann irgendwie eher: Naja, das ist dann eher: Das ist dann halt. Das wird am Bakterium gemacht. Punkt aus. Das wird sozusagen nicht dem Bakterium angerechnet. Das man es dafür nutzen kann. Sondern es wird eher keine Ahnung, wie so eine Zutat, wie so ein Messbecher oder sowas [genutzt]. Habe ich so den Eindruck. Und das liegt denke ich daran, dass die Themen also wo man das zuerst hat, wie gesagt oder wenn man in der Uni damit arbeitet, immer einfach immer diesen hohen Hygienestandard schon früh bei bekommt. Der natürlich</p>

					eigenes Thema, nur so am Rande erzählt, aber Immunbiologie ist ein eigenes Thema.	auch sinnvoll ist. Aber nicht über die guten Bakterien. Und ich weiß, wir haben auch schon mal Joghurt hergestellt. Da haben wir ja auch Joghurtkulturen gehabt. Aber da haben wir nicht geklärt. 'Hey man, das ist natürlich eine gute Leistung des Bakteriums, oder sowas wo wir das brauchen'. Oder wenn wir zum Beispiel Antibiotikum geben, da könnte man danach oder müsste man danach wieder eine Aufbaukur machen mit vernünftigen Bakterien, die den Darm wieder auf Vordermann bringen. Das wird wenn dann so am Rande erzählt, aber nicht als eigenes Thema. Während Immunbiologie nun wirklich mal ein eigenes Thema ist. Und wenn wir Ernährung machen, wie gesamt kommt es eher am Rande vor. (I2; Z. 222-247)	
				Erste Assoziation war Krankheits-Gedanke durch momentan unterrichtetes Thema des Immunsystems. Nahrungsmittel als positives Beispiel mit Bakterien.	Nahrungsmittel als positiven Aspekt mit Bakterien. Erste Assoziation mit Bakterien war Krankheits-Gedanke durch Unterrichten des Themas Immunsystem mit der Klasse.	R: Also für die Nahrungsmittel wäre es dann ja klar. Dann haben sie alle so einen positiven Aspekt. - Aber das mit den Nahrungsmitteln finde ich super, das passt gut zu diesem positiven Bild. Ich bin auch sofort auf diesen ganzen Krankheiten-Gedanken gegangen, weil ich gerade Immunsystem mache. (I1; Z. 101; Z. 132-133)	
		Wissensdefizite zum Themenbereich rund um Bakterien		Hinterfragen des Vorurteils "böser" Bakterien in Unterricht	Interessant Vorurteil "böser" Bakterien konkreter im Unterricht zu besprechen, weil sie das vielleicht nicht immer sind.	Interessant Vorurteil "böser" Bakterien konkreter im Unterricht zu besprechen, weil sie das vielleicht nicht immer sind.	C: Ja, besonders weil man Bakterien ja oft mit was Bösem, sage ich mal so, verbindet und sie das ja vielleicht nicht immer sind. Und das mal konkreter zu besprechen, wäre mal ganz interessant. (I1.1; Z. 69-70)
				Wenig Wissen über Bakterien vorhanden	Wenig Wissen über Bakterien vorhanden. Interesse an Beispielen von positiven Auswirkungen von Bakterien.	Wenig Wissen über Bakterien vorhanden, deswegen keine große Meinung dazu. Aber Beispiele von positiven Auswirkungen von Bakterien ganz interessant.	C: Also ich persönlich kann dem eigentlich zustimmen. Ich weiß tatsächlich gar nicht so viel über Bakterien, deswegen hab ich da gar nicht so eine große Meinung dazu. Aber wie auch im dritten Statement gesagt wird, wären Beispiele für die positiven Auswirkungen vielleicht auch ganz interessant, aber die werden da ja auch genannt. (I1.1; Z. 63-66)
		Wege zur Überwindung des Stigmas „gute vs. schlechte Bakterien“	Mehr Aufklärung über gute und schlechte Bakterien	Differenziertere Aufklärung durch Beispiele oder Aufgaben	Beispiele von guten und schlechten Bakterien nennen, dazu deren Aufgabe besprechen.	Beispiele von guten und schlechten Bakterien nennen, damit man weiß was die guten und schlechten Bakterien so machen.	D: Gut. Also ich habe gesagt, dass ich der gleichen Meinung wie A. bin. Das ich den Aussagen [zu den Beispielen positiver Auswirkungen von Bakterien] zustimme. Weil es gibt ja nicht nur schlechte Bakterien sondern auch gute. Und jede Bakterien haben so Funktionen im Leben. Deswegen sollte man ja auch Beispiele nennen, damit man auch weiß, was die Guten und was die Schlechten machen. (I1.1; Z. 82-85)
					Interessant Vorurteil "böser" Bakterien konkreter im Unterricht zu besprechen, weil sie das vielleicht nicht immer sind.	Interessant Vorurteil "böser" Bakterien konkreter im Unterricht zu besprechen, weil sie das vielleicht nicht immer sind.	C: Ja, besonders weil man Bakterien ja oft mit was Bösem, sage ich mal so, verbindet und sie das ja vielleicht nicht immer sind. Und das mal konkreter zu besprechen, wäre mal ganz interessant. (I1.1; Z. 69-70)

				Wunsch nach differenzierteren Aufklärung über "gute" und "schlechte" Bakterien im Unterricht. Bakterien haben nicht nur mit Krankheiten zu tun, sondern besprechen inwiefern gute und schlechte Bakterien uns helfen und deren Aufgaben.	Differenziertere Aufklärung über "gute" und "schlechte" Bakterien im Unterricht: Bakterien haben nicht nur mit Krankheiten zu tun, deswegen interessant im Unterricht zu schauen, inwiefern uns gute als auch schlechte Bakterien helfen können und wofür wir die guten und schlechten Bakterien brauchen.	B: Und beim Letzten [zu den positiven Auswirkungen von Bakterien] würde ich auf jeden Fall zustimmen. Klar Bakterien haben jetzt irgendwie nicht nur mit Krankheiten und so einem Zeug zu tun. Dementsprechend zum Unterrichtskontext ist es glaube ich auch einfach mal interessant zu gucken, wie können Bakterien eigentlich helfen und wofür brauchen wir Bakterien, um überhaupt leben zu können. Vielleicht das was A. auch schon so ein bisschen angefangen hat. Mit den schlechten Bakterien, die uns schaden. In welchem Maße können die vielleicht auch helfen oder wofür brauchen wir auch das? Das weiß ich auch selbst nicht, deswegen fände ich das auch selbst interessant. (I1.1; Z. 54-60)
			Früher Bakterien im Unterricht durchführen	Wunsch Bakterienthemen nicht erst in Klasse zehn, sondern schon in Klasse fünf/sechs unterrichten.	In früherer Klassenstufe Bakterien im Unterricht behandeln, Vorschlag fünfte/sechste Klasse und nicht erst in der zehnten Klasse.	S4: Achso und vielleicht auch das man das [mit den Auswirkungen von Bakterien] im Unterricht nicht auch erst in der 10. Klasse oder so mitteilt, sondern vielleicht auch schon in der...wann hat man das erste Mal Bio fünfte/ sechste Klasse irgendwie? (I2.2; Z. 153-155)
			Begegnung von Ängsten gegenüber "bösen" Bakterien	Stärkere Aufklärung über Bakterien, um Ängste gegenüber Bakterien zu begegnen. Bakterien omnipräsent, aber dies nicht automatisch schlecht.	Stärkere Aufklärung über Bakterien, um Ängsten gegenüber Bakterien zu begegnen und das Bakterien überall sind, aber das nichts Schlechtes heißt, was man ständig bekämpfen muss.	S2: Dann würde ich jetzt damit anfangen. Das ist einmal, meine ich, die Symbiose zwischen Mensch und Bakterien im Magen. Ich finde innerhalb von Schulunterricht würde ich es ganz interessant finden, es gibt ja manche Leute die haben sozusagen Angst vor Bakterien, vor Mikroorganismen und sind da dabei jede Fläche zu desinfizieren, um sich irgendwie nicht infizieren zu können. Und in dem Kontext finde ich es ganz interessant, also ganz wichtig, dass man irgendwie so aufgeklärt wird, dass das normal ist. Dass das [mit den Bakterien] jetzt irgendwie überall ist und in keiner anderen Welt. (I2.2; Z. 21-26)
			Nachfragen zum Konzept "neutrale Bakterien"	Begriff "neutrale Bakterien" klingt eher nach gleichgültig. Aussage mit Stigmata von guten und schlechten Bakterien, vielmehr neutralen Bakterien nicht gleich falsch, nur Formulierungspunkt.	"Neutrale Bakterien" klingt eher nach der Annahme, dass Bakterien gleichgültig wären, aber da stimmt die Person nicht ganz überein. Aussage mit dem Stigmata von guten und bösen Bakterien, vielmehr neutralen Bakterien ist eher ein Formulierungspunkt, aber jetzt nicht gleich falsch.	B: Und bei der zweiten Blase [zum Stigmata von guten und schlechten Bakterien bzw. den neutralen Bakterien], stimme ich nicht ganz so überein. Ich finde dieses neutral trifft es meiner Meinung [nach] nicht ganz so auf den Punkt. Neutral ist so ein bisschen, ich finde das hört sich so an, als ob das gleichgültig wäre. Aber das ist bei mir einfach ein Formulierungspunkt, wo ich sagen würde: 'Okay, ich würde das anders schreiben.' Generell glaube ich, ist jetzt keine Aussage falsch oder so'. (I1.1; Z. 48-53)
		Perspektive verändern auf Bedürfnisse vom Wirt und Bakterien	Ausgehend vom Wirt - Einteilung in schädliche und nützliche Bakterien	Bakterien nicht einteilen in gut und böse, sondern in nützlich und nicht nützlich unter den richtigen Bedingungen. Abhängig aus welcher Perspektive man darauf schaut: Aus Sicht der Bakterien	Bakterien nicht einteilen in gut und böse, sondern in nützlich und nicht nützlich also hilfreich unter den richtigen Bedingungen. Metapher des totalitären Staates bei dem Bakterien gezwungen werden dem Körper	ML: Naja, also ich finde es schwierig, das so zu sagen. Es stimmt natürlich, das will ich gar nicht in Frage stellen. Aber ich glaube, es ist schon, naja, wie kann man das jetzt sagen, dass es richtig ist. Aus dem Biologieunterricht habe ich halt einfach mitgenommen, dass Bakterien hilfreich sein können unter den richtigen Bedingungen. Und ich glaube eigentlich, dass jedes Bakterium schon eingeteilt werden kann, nicht in

			<p>wollen diese nur überleben, aus Sicht des Organismus gilt die Einteilung in nützlich und nicht nützlich.</p>	<p>zu "gehörchen". Kommt drauf an aus welcher Perspektive man darauf schaut: Aus Sicht der Bakterien wollen diese nur überleben, aus Sicht des Organismus gilt die Einteilung in nützlich und nicht nützlich.</p>	<p>böse oder gut, wie es da dargestellt wird. Das habe ich auch nie so gesehen. Sondern in nützlich und nicht nützlich. Natürlich ist das jetzt, wenn man das betrachtet, alles ein bisschen schwierig. Auch vor allem weil Bakterien ja keine Lebewesen sind, also keine klassischen Lebewesen, Mehrzeller halt. Und Bakterien ja auch nicht irgendeine Zivilisation oder in der Richtung halten. Und wenn ich jetzt so drüber nachdenke, und es jetzt ganz weit treiben möchte, kann man ja sagen, dass Bakterien wirklich nur überleben wollen und dass unser Körper aktiv dagegen vorgeht. Um mal einen gesellschaftlichen Vergleich zu schaffen: Unser Körper ist da im Prinzip wie ein totalitärer Staat, ganz viele Dinge die gezwungen werden zu machen und getötet werden, wenn sie irgendwas anders tun oder sich anders verhalten, als es die Norm ist. Und dann halt einige, die von außen kommen, andere Gruppen oder was auch immer und dann eigentlich nur leben und vielleicht ein wenig Schaden anrichten [wollen], aber nicht wirklich schlimm sind. Und der Körper dann reagiert mit wirklich einer totalen Mobilisierung und total aggressiv gegen sowas vorgeht wie halt eine Gesellschaft, die sehr xenophob vorgeht. Ich finde, dass das je nachdem um welches Verhältnis es geht und [wo] man sich befindet und je nachdem wie sich die Viren dann auch im Körper verhalten, man anders drüber urteilen kann. Es kommt auch gerade darauf an, welche Sicht man auf den menschlichen Körper hat und wie man meint, mit welcher Perspektive man guckt. Also wenn man aus der Perspektive einer Zelle sieht oder eines Viren, eines Bakteriums selbst, wenn man es als ein Individuum versteht und nicht nur als ein gehirnloses Ding, dann finde ich, dass S. recht hat, dass Bakterien nur überleben wollen, in dem Sinne. Wenn man jetzt aber das aus einem Blickwinkel eines Organismus betrachtet, dann würde ich meinen, dass es wirklich nur nützliche und nicht nützliche gibt. Und nicht von wegen Bakterien, die nur überleben wollen. Weil es dann halt eine Frage des Überlebens für den Organismus darstellt. So. Ich hoffe, das war jetzt nicht zu viel. (S1; Z. 116-141)</p>
			<p>Nicht Bild eingepflanzt bekommen von "guten und bösen" Bakterien, sondern einige Bakterien schaden uns und andere nicht.</p>	<p>Nicht Bild eingepflanzt bekommen von "guten und bösen" Bakterien, sondern dazwischen zu differenzieren in einige schädliche Bakterien für uns und andere nicht.</p>	<p>S3: Ja, auf jeden Fall das man nicht erst dieses Bild eingepflanzt kriegt 'es gibt gute und böse Bakterien', sondern das man direkt sagt 'es gibt Bakterien und manche können uns halt schaden und manche halt nicht'. Und dann das aber nicht zwischen 'gut' und 'böse' differenzieren. (I2.2; Z. 157-159)</p>
			<p>Keine Einteilung in "gut" und "schlecht", sondern einige Bakterien schaden uns und einige arbeiten für uns. Schädliche Bakterien</p>	<p>Zustimmung zur Aussage, dass es keine Einteilung in "gut" und "schlecht" gibt, sondern Bakterien neutral sind. Gibt Bakterien die uns</p>	<p>A: Aussage zwei [zu dem Stigmata mit den guten und schlechten Bakterien bzw. vielmehr neutralen Bakterien] hingegen finde ich eigentlich relativ gut, denn es gibt ja weder gute noch schlechte Bakterien. Es gibt</p>

			können in gewissen Mengen auch gut für uns sein. Deswegen Vorschlag nach Neudefinition von Bakterien "was ist gut, was ist schlecht" nötig. Diskussion im Unterricht vorstellbar mit Ausgangslage zur Neudefinition, verschiedene Bakterien hinzuziehen und Auswirkungen auf Wirt besprechen.	schaden und welche die für uns arbeiten. Schädliche Bakterien können aber auch in gewissen Mengen gut für uns sein. Deswegen Vorschlag einer Neudefinition von Bakterien "was ist gut, was ist schlecht" nötig und nicht zu sehr katalogisieren. Diskussion im Unterricht gut vorstellbar: Ausgangslage zur Neudefinition, dann verschiedene Bakterien hinzuziehen und Auswirkungen besprechen.	einfach welche, die uns schaden und welche, die für uns arbeiten. Allerdings muss man es natürlich so sehen, dass die Bakterien, die uns eigentlich schaden, in gewissen Dosen gut für uns sind. Also da müsste man vielleicht mal eine Art Neudefinition vornehmen. Nicht so sehr katalogisieren. Ich denke, dass ist auch sehr interessant für den Unterricht, weil man da gut in die Diskussion gehen kann. Da könnte man vielleicht anhand von Beispielen oder auch Schaubildern arbeiten. Das heißt man könnte eine Ausgangslage diskutieren und dann verschiedene Bakterien zu dieser Ausgangslage hinzuziehen und dann Auswirkungen besprechen. Aussage drei [zu den guten Auswirkungen von Bakterien] fällt finde ich so ein bisschen mit Aussage zwei zusammen. Also ich denke, dass man das ganz gut verbinden könnte und auch in diese Diskussion mit hineinnehmen kann. (I1.1; Z. 31-38)
		Abhängig von Perspektive z.B. positiv bei der medizinischen Nutzung zur Produktion von Insulin	Neutrale Idee der Bakterien abhängig von Perspektive z.B. positiv bei der medizinischen Nutzung um Insulin zu produzieren.	Neutrale Idee der Bakterien ist abhängig von der Perspektive. Könnte so Schaden anrichten, aber wenn man es so nutzt z.B. in der Medizin kann man Insulin produzieren.	Aber diese neutrale Idee. Wahrscheinlich kommt es dann darauf an, aus welcher Perspektive man auf das Bakterium guckt. Also wenn man jetzt sagt, okay, das Bakterium richtet Schaden an, aber wenn man es so nutzt, dann vielleicht nicht. Also in der medizinischen Nutzung vielleicht. Das man sagt, hier braucht man es. Aber wie ist das denn mit Insulin zum Beispiel. Sind das nicht auch Bakterien, die irgendwo so geschult werden, dass sie Insulin produzieren oder so. Macht man nicht heute so Insulin? Weiß ich jetzt nicht genau, aber ist auch egal. (I2; Z. 204-208)
	Konzept der Neutralität von Bakterien	Idee der Wandelbarkeit von neutralen Bakterien (je nach Umgebung)	Erläuterung was neutrale Bakterien bedeutet. Neutralität kann sich demnach auch manchmal wandeln in andere Form (z.B. gutes Bakterium in ein Schlechtes)	Bakterien sind weder gut noch schlecht, sondern neutral d.h. sie schaden nicht oder bewirken auch nichts und das kann sich vielleicht auch manchmal wandeln von einer anderen Form z.B. vom schlechten Bakterium in ein gutes Bakterium.	S5: Ja, ich glaube die [Bakterien] sind weder schlecht noch gut. Also neutral, wie das der Name eigentlich schon sagt. - Was kann man dazu noch sagen? Ich glaube die schaden nicht, aber die bewirken aber auch nichts. Also das die da sein können, aber auch nicht so. Und vielleicht können die sich aber auch wandeln, dass weiß ich nicht. Das aus denen einer anderen Form ein schlechtes Bakterium wird oder ein gutes. (I2.2; Z. 162-166)
Idee von Bakterien im Magen, die gutes Image haben, aber eigentlich neutral sind.			Idee von Bakterien im Magen, die gutes Image haben, aber eigentlich neutral sind genauer den Schülern erläutern.	S3: Das war dann so meine Idee, dass man dann vielleicht die Bakterien, die halt [für gewöhnlich] im Magen vorkommen, dass man den Schülern [diese] so ein bisschen präsentiert und dann auch erklärt: 'Okay, sie wollen gute Bakterien, aber sind eigentlich neutral.' (I2.2; Z. 54-56)	
Beispiele zur positiven Auswirkung von Bakte-	Assoziierte Bakterien mit einem Organismus (wie die Verdauung, Haut)	Bakterien als Schutz auf der Haut.	Schützende Gemeinschaft von Bakterien auch auf der Haut.	S4: Eine Gemeinschaft von Bakterien hast du gefragt? Zum Beispiel, wir haben ja auch Bakterien auf der Haut. Die [Bakterien] schützen uns ja auch, oder? (I2.2; Z. 88-89)	

		rien im Unterricht besprechen ⁴⁵		Interessant zum Thema Wirt-Beziehung ist Thema Darm/Mikrobiom und was macht mich krank. Durch Verdauung werden Stoffe produziert, die mich krank machen.	Interessant zum Thema Wirt-Beziehung ist Thema Darm/Mikrobiom und was macht mich krank. Durch Verdauung werden Stoffe produziert, die mich krank machen.	L: Und auf der anderen Seite [am Beispiel positiver Beispiele mit Bakterien] finde ich das aber interessant, wenn ich an das Mikrobiom denke, was ich da im Darm haben möchte oder was macht mich krank. Das es da eben diese Abfallprodukte sind. Dass die eben auch durch ihre Verdauung Stoffe produzieren, die uns dann nicht gut tun und das macht mich krank. Das ist ja etwas, was für mich wieder in diese Wirt-Beziehung reinpasst. (I1; Z. 41-45)
				Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.	Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.	D: Zu erwähnen wären da die Bakterien, die im Magen sind. Im Verdauungstrakt leben und uns helfen, unser Essen zu verdauen. Dann habe ich jetzt keine Ahnung von noch Anderen. (I1.1; Z. 88-89)
				Früher häufig Zytologie und Stoffwechsel behandelt und dabei Unterschied Tier- und Pflanzenzelle im klassischen Mikroskopieren (häufig von Schüler*innen als langweilig und trocken empfunden). Aber viel stärker auf Unterschied Viren und Bakterien eingehen mit dem Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion beim Menschen. Andere Themen bringen nicht so den Erkenntnisgewinn wie erhofft. Dabei auch betonen: Bakterien sind nicht per se etwas Schlechtes, sondern Beispiel guter Auswirkung von Bakterien auf Menschen.	Früher Thema mit Bakterien in Zytologie und Stoffwechsel behandelt am Anfang der Oberstufe. Unterschied Pflanzen- und Tierzelle als häufig sehr langweilig und trocken für die Schüler*innen empfunden. Heutzutage sollte eher Unterschied mit Viren und Bakterien stärker in Vordergrund gestellt werden und da dann sehr gut Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion mit Bezug zum Menschen durchführen. Das noch stärker machen und weniger klassisches Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, aufgrund des doch nicht so großen Erkenntnisgewinns wie man erhofft. Dabei auch wichtig zu betonen, dass Bakterien nicht per se etwas Schlechtes sind, sondern dieses eine gute Auswirkung von Bakterien ist.	2: Ja, ich finde eigentlich lassen sich alle Aussagen miteinander verbinden. Und wo ich jetzt konkret in der Unterrichtspraxis schon häufig darüber nachgedacht habe, was mir jetzt gerade einfällt ist, dass das jetzt so ein Thema wäre auch durch die Corona-Pandemie, vielleicht auch nochmal das was 1 gesagt hat. Früher haben wir das ja in der Oberstufe Zytologie genannt. Jetzt kommt es immer auf die Fachcurricula an, wie es da jetzt gerade letztendlich auch ist. Aber das ist ja meistens am Anfang der Oberstufe, irgendwie [das] Thema Stoffwechsel [und] Zytologie. Und ich habe das mit meinen Schülerinnen und Schülern oft als sehr langweilig und trocken empfunden. Also so gerade dieser Unterschied Pflanzenzelle [und] Tierzelle. [Das] wird ja häufig genannt und ich glaube das man tatsächlich die Bakterien und Viren, gerade jetzt aktuell viel stärker, viel besser noch in den Vordergrund stellen könnte in der Unterrichtspraxis. Und da eben auch dieses aktuelle Thema 'Mikrobiom' und Interaktion zwischen den Bakterien und Wirt, in dem Sinne, [dass] wir als Menschen sehr gut aufgreifen könnten. Und das eigentlich VIEL stärker in den Vordergrund rücken könnte. Und da gut abweichen könnten von diesem klassischen Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, was irgendwo auch seine Berechtigung hat und spannend ist, aber was meiner Meinung sicherlich irgendwie reduziert werden könnte. Weil es halt doch nicht so den großen Erkenntnisgewinn bei den Kids bringt, wie man sich manchmal erhofft. Ich glaube in dem Zusammenhang wäre es eigentlich VIEL spannender das Mikrobiom eben nochmal zu thematisieren und nochmal dann darauf einzugehen, dass eben Bakterien nicht per se was Schlechtes sind, wie es hier genannt

⁴⁵ In dieser Kategorie sind nicht alle Originalzitate der Schüler*innen und Lehrer*innen enthalten, weil diese vollständig in der nachfolgenden Tabelle zu den Zugängen abgebildet wurden. An dieser Stelle wurden vielmehr beispielhafte Zitate aus den jeweiligen Kategorien genannt aus Gründen der Übersichtlichkeit und der Vermeidung von zu vielen Doppelnennungen. In allen anderen Kategorien dieser Tabelle wurden jedoch alle zugehörigen Zitate hinzugefügt.

					wird in der grünen Sprechblase. Was dann eben auch ein Beispiel für gute Auswirkungen wäre. (I2; Z. 31-50)
		Bakterien im Zusammenhang mit Lebensmitteln (wie Herstellung von Joghurt, Sauerkraut)	Spannend sich weiter mit Joghurt und Probiotika zu beschäftigen.	Nicht im Unterricht gemacht, aber anschauen von Joghurt mit probiotischen Kulturen. Spannend für Unterricht warum man probiotischen Joghurt kaufen sollte und was da passiert.	2: Aber wie ist das denn mit Lebensmitteln und so Probiotika und so einen Kram, kann ich mir vorstellen. Habe ich jetzt nicht unbedingt unterrichtet aber, das anzugucken. Wie ist das denn, sollte ich so einen Joghurt kaufen, wo probiotische Kulturen drin sind? Ist das dann super oder was passiert da eigentlich? Also solche Sachen sind glaube ich spannend anzugucken. (I2; Z. 147-151)
			Wichtig praktische Tätigkeiten mit Schüler*innen bei Bakterienthemen durchzugehen wie Sauerkraut oder Joghurt selber machen, regelmäßig probieren, beobachten, Außenbedingungen beachten und dies dokumentieren (Tätigkeit der Bakterien nachvollziehen wie Fermentation). Ganz viele Schüler*innen noch im Gedächtnis. Wichtig auf niedriger Ebene da anzufangen.	Wichtig Themen mit Bakterien praktisch anzusprechen in Klasse 9 oder 10. Jahrelang selber Sauerkraut eingemacht mit Schüler*innen, Joghurt selbst hergestellt. Beispiele aus dem Alltag nehmen und dieses dann auch immer wieder selbst probiert. Dabei Aktivität der Bakterien "beobachtet" und sich angeschaut welche Bedingungen es braucht. Für viele Schüler*innen immer noch im Gedächtnis. Wichtig auf ganz niedriger Ebene anzufangen bei Sauerkraut oder Joghurt mit Fermentation.	L: Also ich glaube, dass es aber wichtig wäre. Also für mich ist wichtig in Klasse 9 zum Beispiel, dass man das da praktisch ansprechen kann. Oder auch in 10 – je nachdem. Durch Corona kam ja alles ein bisschen durcheinander. Ich habe jahrelang mit Schülern selber Sauerkraut eingemacht. Und da eben diese Aktivität der Bakterien. Oder Joghurt selber machen. Also ich denke, dass man da durch solche Beispiele aus dem Alltag und das dann eben selber machen. Und dann haben wir das Sauerkraut natürlich auch gegessen. Also wir haben es gekocht, wir haben es roh gegessen. Das war ganz interessant, die haben es auch selber probiert beim Schneiden. Gut, das kostet Zeit – zwei Schulstunden. Bei mir mit aufräumen und so und das steht in der Schule und die können jederzeit hin. Das war schon interessant für die auch: Zunächst mal, dass das warm stehen muss, damit die Bakterien arbeiten können. Also diese Bedingungen drum herum, die sein müssen. Und wie schmeckt [es] dann eben nach der Zeit. Da ist es noch nicht fertig und dann eben das kühl stellen. Und das machen wir im Herbst und im Frühjahr und dann gibt es eben Sauerkraut – selber Gemachtes. Und interessanterweise haben viele Schüler, die vorher gesagt haben: „Das esse ich nicht.“, die haben das dann gegessen. Und das ist auch etwas, was die immer noch wissen: Bei Ihnen haben wir Sauerkraut gemacht und gegessen. Also ich denke, dass das jetzt auf einer ganz niedrigeren Ebene durchaus wichtig ist. Oder auch beim Joghurt, dass da Bakterien für uns arbeiten. Die Fermentation. Ohne, dass sie das jetzt komplett verstehen können. (I2; Z.)
		Bakterien in der Medizin und Gentechnik (wie CRISPR CAS, Vektoren)	Verwendung von CRISPR CAS in der Medizintechnologie, entdeckt bei Bakterien. Thematisiert im kleinen Rahmen und auf Menschen bezogen.	Gute Auswirkung von Bakterien in genetischer Ecke thematisiert beim Thema CRISPR CAS. Bei Bakterien entdeckt und auf Technologie übertragen. Thematisiert im Unterricht im kleinen Rahmen auf den Menschen bezogen.	3: An dem Vortrag [zur Stuhltransplantation beim letzten Darwintag] erinnere ich mich auch noch. Ich wollte gerade noch was einschmeißen. Erstmal ist mir gerade eingefallen, dass das mit dem Penicillin natürlich Quatsch war, weil das ja gegen eine Pilzallergie des Bakteriums wirkte. Aber was mir jetzt gerade noch einfiel, wo 2 das meinte, wo wir im Unterricht schon mal Bakterien thematisiert haben, auch als gute Auswirkung, [was] auch wieder in dieser genetischen Ecke war und zwar bei

					dieser CRISPR CAS Geschichte. Das ist ja auch was, was in dem Bakterien entdeckt wurde und dann übertragen wurde in der Technologie quasi. Und das ist so ein Punkt gewesen, wo wir auch die Bakterien, deren gute Auswirkungen nochmal thematisiert haben auf dem Menschen, also jetzt nur im sehr kleinen Rahmen. Aber das ist vielleicht nochmal so ein vielfältiges Beispiel, was jetzt nicht unbedingt in die Lebensmittelschiene geht, die wir ja jetzt schon vorhin angesprochen haben. (I2; Z. 182-192)
			Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, spannendes Thema für Schule bei dem alle zuhören würden und im Gedächtnis bleibt. Jedoch keine Materialien dazu, obwohl gerne gewünscht. Zweites Thema Evolution des Menschen im Zusammenhang mit Mikrobiom. Lässt sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht, jedoch keine Materialien dazu.	Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, dass bei dem Thema alle zuhören würden in der Klasse und dies bis zum Abi noch wüssten. Jedoch keine Unterrichtsmaterialien dazu, obwohl die Person dies gerne hätte. Zweites Thema war die Evolution des Menschen im Zusammenhang mit dem Mikrobiom. Das sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern lässt. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht.	1: Ich kann mich selbst [daran] erinnern, dass ich irgendwann mal einen Vortrag zur Ernährung hatte. Wo dann der Arzt, der den Vortrag gehalten hat, dann über Stuhltransplantation redete. Und ich dachte so, oh mein Gott. Wenn ich das jemals in der Schule erzählen sollte oder irgendwo einbauen würde. Ich wüsste, mir würden alle zuhören und es würde jeder noch wissen. Keine Ahnung, kannst du drei Jahre später beim Abi nochmal fragen und wisst ihr noch, jaja, wir haben über Stuhltransplantation geredet. Und das wäre so ein Thema, wo ich gedachte hatte: 'Da habe ich nichts dazu'. Aber weil es da glaube ich um <i>Morbus Chrom</i> und sowas ging. Diese entzündlichen Darmgeschichten und das man das tatsächlich dadurch heilen kann, weil das Mikrobiom dann an der Stelle dafür verantwortlich ist. Mein Gott, da hätte ich gerne was dazu. Und das zweite war dann auch ein Vortrag, denn wir hier an der Schule hatten, auch von der Uni Kiel. (...)Genau, da ging es auch um die Evolution des Menschen und da sagte er: 'Naja, das einzige, wo er sich das vorstellen könnte, das wird wahrscheinlich letztendlich das Mikrobiom sein'. Weil wir das eben nicht so leicht, ich sage mal nach unseren Vorstellungen gestalten können, wie beispielsweise 'es ist kalt, wir ziehen uns eine Jacke über'. So kann ich beispielweise nicht sagen, okay, ich habe dieses und jenes Problem und deswegen nehme ich jetzt dieses Bakterium und dann geht das wieder. So einfach ist es dann ja nicht. Ja, also das waren jetzt so zwei Seiten, die mir so einfallen und die ich gern mal machen würde. (I2; Z. 160-177)
			Bakterien als Bestandteil beim Thema Genetik und Anlass für Diskussionen.	Bakterien sind Bestandteil beim Thema Genetik und Anlass für Diskussionen mit Schüler*innen.	In der Genetik können sie eine große Rolle spielen, gerade wenn man Gentechnik macht, das ist auch eine gute Grundlage für Diskussion, ABER keine große Einheit mit Bakterien [gemacht].
			Einsetzen von Bakterien in der Technik.	Bakterien werden ebenfalls im weitesten Sinne auch in der Technik eingesetzt.	L: Ja, ich glaube immer, dass wir die Verdauung brauchen. Die Frage ist jetzt auch, wo werden Bakterien heute eingesetzt, im weitesten Sinne, ich sag jetzt mal in der Technik. (I1; Z. 297-298)

			Bakterien in der Technik (wie Waschungsverfahren von Jeans)	Nützliche Funktion von Bakterien auch als Einsatz in der Bioindustrie mit verschiedenen Waschungsverfahren für Jeans.	Spontane Assoziation zur nützlichen Funktion von Bakterien für den Menschen ist Bioindustrie mit verschiedenen Waschungsverfahren für Jeans.	3: Aber das ist natürlich auch irgendwo was, wo wir den industriellen Nutzen der Bioindustrie haben. Das habe ich schon mal thematisiert oder eben an irgendwelchen Waschungsverfahren für die Jeansherstellung. Wo Bakterien wirklich nützlich sind für den Menschen. Das ist jetzt was, was mir spontan einfällt. (I2; 132-135)
			Umweltfaktoren (wie Bakterien im Boden)	Bodenbakterien wie eine Black Box für die Person.	Wenig Wissen über Bodenbakterien (wie eine Black Box).	R: Also für mich sind Bodenbakterien so eine Black Box. (I1; Z. 154)
				Wenig Wissen über Bodenbakterien mit seinen nützlichen Auswirkungen und Anzahl an bekannten Bakterienarten oder -stämmen.	Wenig Wissen über Bodenbakterien mit seinen nützlichen Auswirkungen z.B. im Kompost oder wie viel Prozent an Bakterienarten oder -stämmen da überhaupt bekannt sind.	R: Ja, Bakterien haben ja keinen ausgesprochenen Willen oder sowas. Das gibt es ja gar nicht. Weiß man eigentlich inzwischen, wenn du schon dabei bist: Es gibt ja auch Bodenbakterien von denen eine ganze Menge sehr nützlich sind. Was weiß ich. [Einwurf anderer Person: zum Beispiel im Kompost] Ja, zum Beispiel Kompost. Ich meine, wie viel Prozent sind da überhaupt bekannt? Das sind doch Millionen. Das sind doch keine Arten, das sind Stämme. Wie viel Prozent sind denn davon bekannt, die auch nützlich sind? (I1; Z. 113-115; 117-119)

6. Tabelle zu positiven Auswirkungen von Mikroorganismen-Wirt-Beziehungen

Übergeordnete Struktur zur Leitfrage	Hauptkategorie	Unterkategorien	Reduktion	Generalisierung (Schülerantworten in hell grau)	Paraphrase (Schülerantworten in hell grau)	Originalzitate (Schülerantworten in hell grau)
Zugänge zur Vermittlung positiver Auswirkungen von Bakterien	Thematische Zugänge (Lebensweltbezug)	Umweltfaktoren	Bodenbakterien wie beim Kompost	Bodenbakterien wie eine Black Box für die Person.	Wenig Wissen über Bodenbakterien (wie eine Black Box).	R: Also für mich sind Bodenbakterien so eine Black Box. (I1; Zeile 154)
				Wenig Wissen über Bodenbakterien mit seinen nützlichen Auswirkungen und Anzahl an bekannten Bakterienarten oder -stämmen.	Wenig Wissen über Bodenbakterien mit seinen nützlichen Auswirkungen z.B. im Kompost oder wie viel Prozent an Bakterienarten oder -stämmen da überhaupt bekannt sind.	R: Ja, Bakterien haben ja keinen ausgesprochenen Willen oder sowas. Das gibt es ja gar nicht. Weiß man eigentlich inzwischen, wenn du schon dabei bist: Es gibt ja auch Bodenbakterien von denen eine ganze Menge sehr nützlich sind. Was weiß ich. [Einwurf anderer Person: zum Beispiel im Kompost] Ja, zum Beispiel Kompost. Ich meine, wie viel Prozent sind da überhaupt bekannt? Das sind doch Millionen. Das sind doch keine Arten, das sind Stämme. Wie viel Prozent sind denn davon bekannt, die auch nützlich sind? (...) (I1; Zeile 113-115; 117-119)
			Symbiose aus Würmern und Methan zersetzenden Bakterien	Interessantes Beispiel positiver Auswirkung von Bakterien ist Symbiose von Würmern und Methan zersetzenden Bakterien.	Gehört das es Würmer gibt, die sich in Methan hereinbohren und dieses aber nicht selber zersetzen können und deshalb in	S3: Also, Ich hatte mal gehört, dass es Würmer, also ich meine ob das jetzt stimmt das es Würmer gibt, die sich zum Beispiel, also die sich in Methan hereinbohren, hereinfressen können. Das selber aber nicht sozusagen zersetzen können und dafür Bakterien sind. Also auch in einer Symbiose leben, die das

			Gibt auch Bakterien, die Schwefel zersetzen können.	einer Symbiose mit Bakterien leben, die das können und daraus Energie beziehen. Gibt ja auch Schwefel und die zersetzen dieses.	dann sozusagen für die zersetzen (lachen) und selber dann daraus Energie daraus beziehen können. Oder es gibt ja auch: Nicht Fotosynthese, sondern ich weiß jetzt nicht wie das Gegenstück. Also mit Chemie, dass da Bakterien so was zersetzen. [Antwort von S2: Meinst du das mit Schwefel? Die dann Schwefel zersetzen, um dann irgendwas anderes zu machen. Aber ich glaube das kommt nur in bestimmten Immunsystemen vor.] Ja, ja. Aber das ist dann ja auch [das]. (I2.2 Zeile 91-100)	
		Bestandteile eines Organismus	Wirtsbeziehung mit Bakterien im Darm und auf dem Mikrobiom	Aufgrund knapper Zeitressourcen oft nur Wirtsbeziehung zum Darm thematisiert.	Wenig Zeit in der Schule, deswegen wenig Inhalte zur Wirtsbeziehung. Mehr als zum Darm nicht schaffbar.	In der Schule hat man häufig insgesamt wenig Zeit, Wirtsbeziehung [nimmt] sehr geringer Anteil [ein], mehr als die Wirtsbeziehung im Darm macht man nicht.
	Interessant zum Thema Wirt-Beziehung ist Thema Darm/Mikrobiom und was macht mich krank. Durch Verdauung werden Stoffe produziert, die mich krank machen.			Interessant zum Thema Wirt-Beziehung ist Thema Darm/Mikrobiom und was macht mich krank. Durch Verdauung werden Stoffe produziert, die mich krank machen.	L:Und auf der anderen Seite [am Beispiel positiver Beispiele mit Bakterien] finde ich das aber interessant, wenn ich an das Mikrobiom denke, was ich da im Darm haben möchte oder was macht mich krank. Das es da eben diese Abfallprodukte sind. Dass die eben auch durch ihre Verdauung Stoffe produzieren, die uns dann nicht gut tun und das macht mich krank. Das ist ja etwas, was für mich wieder in diese Wirt-Beziehung reinpasst. (I1; Zeile 41-45)	
	Erste Assoziation mit Bakterien sind Darmbakterien.			Erste Assoziation mit Bakterien sind Darmbakterien.	MI: [Ich denke bei Bakterien zuerst] an Darmbakterien. (S1; Zeile 177)	
	Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.			Darmbakterien im Verdauungstrakt, die helfen unser Essen zu verdauen.	D: Zu erwähnen wären da die Bakterien, die im Magen sind. Im Verdauungstrakt leben und uns helfen, unser Essen zu verdauen. Dann habe ich jetzt keine Ahnung von noch Anderen. (I1.1; Zeile 88-89)	
	Früher häufig Zytologie und Stoffwechsel behandelt und dabei Unterschied Tier- und Pflanzenzelle im klassischen Mikroskopieren (häufig von Schüler*innen als langweilig und trocken empfunden). Aber viel stärker auf Unterschied Viren und Bakterien eingehen mit dem Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion beim Menschen. Andere Themen bringen nicht so den Erkenntnisgewinn wie erhofft. Dabei auch betonen: Bakterien sind nicht			Früher Thema mit Bakterien in Zytologie und Stoffwechsel behandelt am Anfang der Oberstufe. Unterschied Pflanzen- und Tierzelle als häufig sehr langweilig und trocken für die Schüler*innen empfunden. Heutzutage sollte eher Unterschied mit Viren und Bakterien stärker in Vordergrund gestellt werden und da dann sehr gut Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion mit Bezug zum Menschen durchnehmen. Das noch stärker machen und weniger	2: Ja, ich finde eigentlich lassen sich alle Aussagen miteinander verbinden. Und wo ich jetzt konkret in der Unterrichtspraxis schon häufig darüber nachgedacht habe, was mir jetzt gerade einfällt ist, dass das jetzt so ein Thema wäre auch durch die Corona-Pandemie, vielleicht auch nochmal das was 1 gesagt hat. Früher haben wir das ja in der Oberstufe Zytologie genannt. Jetzt kommt es immer auf die Fachcurricula an, wie es da jetzt gerade letztendlich auch ist. Aber das ist ja meistens am Anfang der Oberstufe, irgendwie [das] Thema Stoffwechsel [und] Zytologie. Und ich habe das mit meinen Schülerinnen und Schülern oft als sehr langweilig und trocken empfunden. Also so gerade dieser Unterschied Pflanzenzelle [und] Tierzelle. [Das] wird ja häufig genannt und ich glaube das man tatsächlich die Bakterien und Viren, gerade jetzt aktuell viel stärker, viel besser noch in den Vordergrund stellen könnte in der Unterrichtspraxis. Und da eben auch dieses aktuelle Thema 'Mikrobiom' und Interaktion zwischen den Bakterien und Wirt, in dem Sinne, [dass] wir als Menschen sehr gut aufgreifen könnten. Und das eigentlich VIEL stärker in den	

			per se etwas Schlechtes, sondern Beispiel guter Auswirkung von Bakterien auf Menschen.	klassisches Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, aufgrund des doch nicht so großen Erkenntnisgewinns wie man erhofft. Dabei auch wichtig zu betonen, dass Bakterien nicht per se etwas Schlechtes sind, sondern dieses eine gute Auswirkung von Bakterien ist.	Vordergrund rücken könnte. Und da gut abweichen könnten von diesem klassischen Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, was irgendwo auch seine Berechtigung hat und spannend ist, aber was meiner Meinung sicherlich irgendwie reduziert werden könnte. Weil es halt doch nicht so den großen Erkenntnisgewinn bei den Kids bringt, wie man sich manchmal erhofft. Ich glaube in dem Zusammenhang wäre es eigentlich VIEL spannender das Mikrobiom eben nochmal zu thematisieren und nochmal dann darauf einzugehen, dass eben Bakterien nicht per se was Schlechtes sind, wie es hier genannt wird in der grünen Sprechblase. Was dann eben auch ein Beispiel für gute Auswirkungen wäre. (I2; Zeile 31-50)
			Darmmikrobiom (Was macht mich krank?) - dabei Beziehung zum Wirt thematisieren.	Darmmikrobiom (Was macht mich krank?) - dabei Beziehung zum Wirt thematisieren.	I: Darmmikrobiom (Was macht mich krank?) - dabei Beziehung zum Wirt thematisieren.
		Beispiele mit dem Immunsystem	Ganz logisch, Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems behandelt. Idee Unterricht interaktiver zu gestalten: Immunsystem im Kompletten begreifen, dann z.B. schlechtes Bakterium hinzufügen und schauen, wie sich das auswirkt in Bezug auf Infektionen. Dabei differenzieren, was gut und schlecht für den Körper ist. Wann kommt es auch zur Überbelastung.	Ganz logisch, Bakterien im Rahmen des Immunsystems zu behandeln. Idee für den Unterricht dabei interaktiver gestalten: Erstmal Immunsystem im Kompletten begreifen, dann z.B. ein schlechtes Bakterium hinzufügen und schauen, wie sich das auswirkt in Bezug auf Infektionen. Dabei differenzieren, was gut und schlecht für den Körper ist. Wann kommt es auch zur Überbelastung z.B. wenn man mehr als ein Bakterium hinzufügt?	C: Ich würde auch gerne noch was hinzufügen. Und zwar war das für mich eben ganz logisch, aber mir ist eben aufgefallen, dass ich das gar nicht gesagt habe: Und zwar würde ich das Thema Bakterien natürlich im Zuge mit dem Immunsystem behandeln. Also das war bei mir so der Grundgedanke. Natürlich gehört dass da mit zu. Und ich muss sagen als ich das Thema Immunsystem hatte, da hatten wir so eine schicke Grafik mit den verschiedenen Stationen und so. Und das fand ich echt gut und das ist auch gut im Gedächtnis geblieben. Und ich dachte, dass man da vielleicht das so ein bisschen interaktiv machen könnte. Das man sich das Immunsystem anschaut und erstmal im Kompletten begreift und dann beispielhaft ein Bakterium zuführt und schaut wie sich das auswirkt. Das wäre dann ja ein schlechtes Bakterium – in Anführungszeichen. Gerade in Bezug auf Infektionen und so und das man dadurch so ein bisschen differenzieren könnte, was gut und was schlecht für den Körper ist und das da halt die Menge das macht und der Status des Immunsystems. Und das wenn man mehr als ein neues Bakterium hinzuführt, dass das vielleicht auch zu einer Überbelastung führen kann, was sich dann weitervermehren kann. Also so würde ich mir das vorstellen als interessante Einheit. (I1.1; Zeile 90-102)
			Erste Assoziation war Krankheits-Gedanke durch momentan unterrichtetes Thema des Immunsystems. Nahrungsmittel als positives Beispiel mit Bakterien.	Nahrungsmittel als positiven Aspekt mit Bakterien. Erste Assoziation mit Bakterien war Krankheits-Gedanke durch Unterrichten des Themas Immunsystem mit der Klasse.	R: Also für die Nahrungsmittel wäre es dann ja klar. Dann haben sie alle so einen positiven Aspekt. - Aber das mit den Nahrungsmitteln finde ich super, das passt gut zu diesem positiven Bild. Ich bin auch sofort auf diesen ganzen Krankheiten-Gedanken gegangen, weil ich gerade Immunsystem mache. (I1; Zeile 101; Zeile 132-133)

			Bei freien zeitlichen Ressourcen vor allem Viren besprochen, sowie Immunbio und natürlich bakterielle Infektion.	Bei freien zeitlichen Ressourcen im Unterricht vor allem Viren besprochen, sowie Immunbio und natürlich bakterielle Infektion.	2: Aber ich weiß nicht, letztes Jahr standen die Viren irgendwie ganz vorne, natürlich. Also da haben wir, wenn Zeit im Unterricht war, [uns] damit beschäftigt. Und Immunbio. Und was macht eigentlich das Immunsystem. Damit. Aber natürlich bakterielle Infektionen gibt es dann ja auch. Aber das ist ja nicht unbedingt [eine] positive Auswirkung. (I2; 143-146)
			Persönlich Immunsystem mit bakterieller und viraler Infektion durchgenommen. Ebenso strukturellen Aufbau von Viren und Bakterien angeschaut, alles immer in Bezug zum Menschen.	Unterschiedlicher Biologieunterricht in der Klasse. Persönlich Immunsystem mit bakterieller und viraler Infektion mit Bezug zum Menschen durchgenommen. Danach strukturellen Aufbau von Viren und Bakterien angeschaut sowie bestimmte Erkrankungen, alles immer in Bezug auf den Menschen.	C: (...) Wir haben ursprünglich ja unterschiedlichen Biologieunterricht gehabt, deshalb kann das so ein bisschen variieren. Und ich persönlich habe das Immunsystem behandelt und bakterielle und virale Infektionen und das in Bezug auf den Menschen. Und danach haben wir uns gemeinsam im Profil, ich glaube das war in der 11., mit dem strukturellen Aufbau von Bakterien und Viren beschäftigt. Und wir hatten auch ein/zwei Beispiele, wenn ich mich jetzt recht erinnere. Und solche Beispiele wie bestimmte Erkrankungen, die tauchen natürlich immer wieder auf, auch in Bezug auf andere Themen. Aber soweit ich mich erinnern kann, hatte ich was Bakterien betrifft nichts außerhalb von menschlichen Beispielen. (I1.1; Zeile 114-121)
			Informationen über Bakterien ein wenig von überall her wie Bücher oder Unterricht. Behandlung der Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems.	Informationen über Bakterien ein bisschen von überall hergeholt, viel gelesen und auch etwas im Unterricht dazu gemacht. Bakterien vor allem im Rahmen des Immunsystems behandelt.	ML: Vielleicht kann S. da noch mehr [zum Thema Bakterien in der Schule sagen] sagen. Ich habe die meisten Informationen so ein bisschen dazu von überall hergeholt und mich im Unterricht, als wir zu Zeiten von Corona und Online-Schule Zuhause sein mussten, dazu einfach sehr, sehr viel gelesen und auch geschaut und im Unterricht dann auch mitgemacht, aber leider nicht so viel wie ich hätte sollen. Darum weiß ich nicht mehr genau. S. hat immer sehr viel mitgemacht, das weiß ich noch und eigentlich auch die anderen, die jetzt noch da sind und die müssten mehr dazu sagen können. Was ich aber sagen kann ist, dass wir das Thema [Bakterien] behandelt haben, [auch] das [Thema] Immunsystem behandelt haben. Auch schon vorher, bevor Corona so schlimm wurde, schon sehr lange vorher durchgenommen haben. Und ich mir daraus und eben aus anderen Sachen ein Bild erschlossen habe. Aber das konkrete Beispiel gerade mit diesem Vergleich zwischen Körper und Gesellschaft, das hab ich woanders her. Aber auch nicht aus so einem Wissenschaftsteil, erstaunlicherweise. Sondern aus einem Science-Fiction Bereich. Ich weiß aber ganz sicher die Reaktion des Körpers auf Viren, und auch Bakterien, aber vor allem Viren und auch die Art wie Bakterien auch im Körper leben mehrfach angesprochen haben, weil es halt in jedem Bereich wichtig ist. (S1; Zeile 147-159)
		Bakterien auf der Haut	Bakterien als Schutz auf der Haut.	Schützende Gemeinschaft von Bakterien auch auf der Haut.	S4: Eine Gemeinschaft von Bakterien hast du gefragt? Zum Beispiel, wir haben ja auch Bakterien auf der Haut. Die [Bakterien] schützen uns ja auch, oder? (I2.2; Zeile 88-89)

			<p>Zytologie und Stoffwechsel</p> <p>Früher häufig Zytologie und Stoffwechsel behandelt und dabei Unterschied Tier- und Pflanzenzelle im klassischen Mikroskopieren (häufig von Schüler*innen als langweilig und trocken empfunden). Aber viel stärker auf Unterschied Viren und Bakterien eingehen mit dem Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion beim Menschen. Andere Themen bringen nicht so den Erkenntnisgewinn wie erhofft. Dabei auch betonen: Bakterien sind nicht per se etwas Schlechtes, sondern Beispiel guter Auswirkung von Bakterien auf Menschen.</p>	<p>Früher Thema mit Bakterien in Zytologie und Stoffwechsel behandelt am Anfang der Oberstufe. Unterschied Pflanzen- und Tierzelle als häufig sehr langweilig und trocken für die Schüler*innen empfunden. Heutzutage sollte eher Unterschied mit Viren und Bakterien stärker in Vordergrund gestellt werden und da dann sehr gut Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion mit Bezug zum Menschen durchnehmen. Das noch stärker machen und weniger klassisches Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, aufgrund des doch nicht so großen Erkenntnisgewinns wie man erhofft. Dabei auch wichtig zu betonen, dass Bakterien nicht per se etwas Schlechtes sind, sondern dieses eine gute Auswirkung von Bakterien ist.</p>	<p>2: Ja, ich finde eigentlich lassen sich alle Aussagen miteinander verbinden. Und wo ich jetzt konkret in der Unterrichtspraxis schon häufig darüber nachgedacht habe, was mir jetzt gerade einfällt ist, dass das jetzt so ein Thema wäre auch durch die Corona-Pandemie, vielleicht auch nochmal das was 1 gesagt hat. Früher haben wir das ja in der Oberstufe Zytologie genannt. Jetzt kommt es immer auf die Fachcurricula an, wie es da jetzt gerade letztendlich auch ist. Aber das ist ja meistens am Anfang der Oberstufe, irgendwie [das] Thema Stoffwechsel [und] Zytologie. Und ich habe das mit meinen Schülerinnen und Schülern oft als sehr langweilig und trocken empfunden. Also so gerade dieser Unterschied Pflanzenzelle [und] Tierzelle. [Das] wird ja häufig genannt und ich glaube das man tatsächlich die Bakterien und Viren, gerade jetzt aktuell viel stärker, viel besser noch in den Vordergrund stellen könnte in der Unterrichtspraxis. Und da eben auch dieses aktuelle Thema 'Mikrobiom' und Interaktion zwischen den Bakterien und Wirt, in dem Sinne, [dass] wir als Menschen sehr gut aufgreifen könnten. Und das eigentlich VIEL stärker in den Vordergrund rücken könnte. Und da gut abweichen könnten von diesem klassischen Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, was irgendwo auch seine Berechtigung hat und spannend ist, aber was meiner Meinung sicherlich irgendwie reduziert werden könnte. Weil es halt doch nicht so den großen Erkenntnisgewinn bei den Kids bringt, wie man sich manchmal erhofft. Ich glaube in dem Zusammenhang wäre es eigentlich VIEL spannender das Mikrobiom eben nochmal zu thematisieren und nochmal dann darauf einzugehen, dass eben Bakterien nicht per se was Schlechtes sind, wie es hier genannt wird in der grünen Sprechblase. Was dann eben auch ein Beispiel für gute Auswirkungen wäre. (I2; Zeile 31-50)</p>
			<p>Unterscheidung Viren und Bakterien</p> <p>Früher häufig Zytologie und Stoffwechsel behandelt und dabei Unterschied Tier- und Pflanzenzelle im klassischen Mikroskopieren (häufig von Schüler*innen als langweilig und trocken empfunden). Aber viel stärker auf Unterschied Viren und Bakterien eingehen mit dem Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion beim Menschen. Andere Themen bringen nicht so den Erkenntnisgewinn wie erhofft. Dabei auch betonen: Bakterien sind nicht per se etwas Schlechtes, sondern Beispiel guter Auswirkung von Bakterien auf Menschen.</p>	<p>Früher Thema mit Bakterien in Zytologie und Stoffwechsel behandelt am Anfang der Oberstufe. Unterschied Pflanzen- und Tierzelle als häufig sehr langweilig und trocken für die Schüler*innen empfunden. Heutzutage sollte eher Unterschied mit Viren und Bakterien stärker in Vordergrund gestellt werden und da dann sehr gut Thema Mikrobiom und Wirt-Bakterien-Interaktion mit Bezug zum Menschen durchnehmen. Das noch stärker machen und weniger klassisches Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, aufgrund</p>	<p>2: Ja, ich finde eigentlich lassen sich alle Aussagen miteinander verbinden. Und wo ich jetzt konkret in der Unterrichtspraxis schon häufig darüber nachgedacht habe, was mir jetzt gerade einfällt ist, dass das jetzt so ein Thema wäre auch durch die Corona-Pandemie, vielleicht auch nochmal das was 1 gesagt hat. Früher haben wir das ja in der Oberstufe Zytologie genannt. Jetzt kommt es immer auf die Fachcurricula an, wie es da jetzt gerade letztendlich auch ist. Aber das ist ja meistens am Anfang der Oberstufe, irgendwie [das] Thema Stoffwechsel [und] Zytologie. Und ich habe das mit meinen Schülerinnen und Schülern oft als sehr langweilig und trocken empfunden. Also so gerade dieser Unterschied Pflanzenzelle [und] Tierzelle. [Das] wird ja häufig genannt und ich glaube das man tatsächlich die Bakterien und Viren, gerade jetzt aktuell viel stärker, viel besser noch in den Vordergrund stellen könnte in der Unterrichtspraxis. Und da eben auch dieses aktuelle Thema 'Mikrobiom' und Interaktion zwischen den Bakterien und Wirt, in dem Sinne, [dass] wir als Menschen sehr gut aufgreifen könnten. Und das eigentlich VIEL stärker in den Vordergrund rücken könnte. Und da gut abweichen könnten von diesem klas-</p>

				des doch nicht so großen Erkenntnisgewinns wie man erhofft. Dabei auch wichtig zu betonen, dass Bakterien nicht per se etwas Schlechtes sind, sondern dieses eine gute Auswirkung von Bakterien ist.	sischen Mikroskopieren verschiedener Zelltypen, was irgendwo auch seine Berechtigung hat und spannend ist, aber was meiner Meinung sicherlich irgendwie reduziert werden könnte. Weil es halt doch nicht so den großen Erkenntnisgewinn bei den Kids bringt, wie man sich manchmal erhofft. Ich glaube in dem Zusammenhang wäre es eigentlich VIEL spannender das Mikrobiom eben nochmal zu thematisieren und nochmal dann darauf einzugehen, dass eben Bakterien nicht per se was Schlechtes sind, wie es hier genannt wird in der grünen Sprechblase. Was dann eben auch ein Beispiel für gute Auswirkungen wäre. (I2; Zeile 31-50)
Ernährung	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten.	Beteiligung von Bakterien bei der Käseherstellung z.B. mit Experimenten.	Käseherstellung als Beispiel im Unterricht anschauen.	R: Was man ja auch machen könnte, wäre Käse. (...) Also man könnte diesen Schweizer nehmen. Sie kennen doch, ich glaube so heißt er doch offiziell, „Großlochkäse“, also wenn man Emmentaler nimmt. (...) Wo dann die Löcher mit verkauft werden und alle sind empört. (I1; Zeile 88; 95-96; 98)	
			Experimente mit Käse machen.	S2: Vielleicht auch [Experimente von Bakterien] mit Käse oder? (I2.2; Zeile 220)	
			Bakterien im Prozess der Käseherstellung beteiligt.	S: (Unverständlich) Also eine andere Schülerin meinte gerade, dass Käseherstellung hatten wir da und da sind ja auch Bakterien im Prozess tätig. (I3; Zeile 107-108)	
		Spannend Bakterien im Käseherstellungsprozess. Durch Denaturierung des Eiweißes verändert sich auch Struktur von fest zu flüssig. Selber mit der Klasse auch Morrarella hergestellt.	Bei Käseherstellung ist Denaturierung von Eiweiß spannend, veränderte Struktur von fest zu flüssig anschauen. Selber schon im Unterricht Mozzarella hergestellt und wichtig, dass man dazu nicht zu viel Theorie braucht und an vieles so anknüpfen und erklären kann.	L: Ja [zur Käseherstellung nimmt man dann] Emmentaler. Genau. Also auch diese Denaturierung vom Eiweiß, da habe ich wahnsinnig viel dabei. Und ich hab dann die veränderte Struktur: Das ist plötzlich fest und ich habe es nicht mehr gelöst. Also das gibt es. [Und] das [mit der Käseherstellung im Unterricht] habe ich auch schon gemacht. Also wir haben Mozzarella hergestellt. (...) Also da komme ich eigentlich überall herum. Manchmal denke ich, ich brauche gar nicht viel in der Theorie. Das ist das Gleiche wie mit den Fachvorträgen, da kommen so viele Fachbegriffe und wenn ich mir da in der Schule so ein Thema raussuchen würde – daran kann ich dann ganz viele Sachen anknüpfen und erklären. (I1; Zeile 89-94; 97; 99-100)	
		Fermentation bei Sauerkraut oder Joghurt beobachten	Spannend sich weiter mit Joghurt und Probiotika zu beschäftigen.	Nicht im Unterricht gemacht, aber anschauen von Joghurt mit probiotischen Kulturen. Spannend für Unterricht warum man probiotischen Joghurt kaufen sollte und was da passiert.	2: Aber wie ist das denn mit Lebensmitteln und so Probiotika und so einen Kram, kann ich mir vorstellen. Habe ich jetzt nicht unbedingt unterrichtet aber, das anzugucken. Wie ist das denn, sollte ich so einen Joghurt kaufen, wo probiotische Kulturen drin sind? Ist das dann super oder was passiert da eigentlich? Also solche Sachen sind glaube ich spannend anzugucken. (I2; Zeile 147-151)
Wichtig praktische Tätigkeiten mit Schüler*innen bei Bakterienthemen durchzugehen wie Sauerkraut oder Joghurt selber	Wichtig Themen mit Bakterien praktisch anzusprechen in Klasse 9 oder 10. Jahrelang selber Sauerkraut eingemacht mit		L: Also ich glaube, dass es aber wichtig wäre. Also für mich ist wichtig in Klasse 9 zum Beispiel, dass man das da praktisch ansprechen kann. Oder auch in 10 – je nachdem. Durch Corona kam ja alles ein bisschen durcheinander. Ich habe		

			<p>machen, regelmäßig probieren, beobachten, Außenbedingungen beachten und dies dokumentieren (Tätigkeit der Bakterien nachvollziehen wie Fermentation). Ganz viele Schüler*innen noch im Gedächtnis. Wichtig auf niedriger Ebene da anzufangen.</p>	<p>Schüler*innen, Joghurt selbst hergestellt. Beispiele aus dem Alltag nehmen und dieses dann auch immer wieder selbst probiert. Dabei Aktivität der Bakterien "beobachtet" und sich angeschaut welche Bedingungen es braucht. Für viele Schüler*innen immer noch im Gedächtnis. Wichtig auf ganz niedrigen Ebene anzufangen bei Sauerkraut oder Joghurt mit Fermentation.</p>	<p>jahrelang mit Schülern selber Sauerkraut eingemacht. Und da eben diese Aktivität der Bakterien. Oder Joghurt selber machen. Also ich denke, dass man da durch solche Beispiele aus dem Alltag und das dann eben selber machen. Und dann haben wir das Sauerkraut natürlich auch gegessen. Also wir haben es gekocht, wir haben es roh gegessen. Das war ganz interessant, die haben es auch selber probiert beim Schneiden. Gut, das kostet Zeit – zwei Schulstunden. Bei mir mit aufräumen und so und das steht in der Schule und die können jederzeit hin. Das war schon interessant für die auch: Zunächst mal, dass das warm stehen muss, damit die Bakterien arbeiten können. Also diese Bedingungen drum herum, die sein müssen. Und wie schmeckt [es] dann eben nach der Zeit. Da ist es noch nicht fertig und dann eben das kühl stellen. Und das machen wir im Herbst und im Frühjahr und dann gibt es eben Sauerkraut – selber Gemachtes. Und interessanterweise haben viele Schüler, die vorher gesagt haben: „Das esse ich nicht.“, die haben das dann gegessen. Und das ist auch etwas, was die immer noch wissen: Bei Ihnen haben wir Sauerkraut gemacht und gegessen. Also ich denke, dass das jetzt auf einer ganz niederen Ebene durchaus wichtig ist. Oder auch beim Joghurt, dass da Bakterien für uns arbeiten. Die Fermentation. Ohne, dass sie das jetzt komplett verstehen können. (I2; Zeile)</p>
		<p>Getränke wie alkoholhaltige (Bier, Wein) und nicht alkoholhaltige Getränke (Mate)</p>	<p>Herstellung von Mate (mehrmalige Gärung) oder Alkoholherstellung als positives Beispiel von Bakterien im Rahmen der Lebensmittelproduktion. Könnte auch Interesse der Schüler am Thema steigern (z.B. beim Thema Alkohol).</p>	<p>Herstellung von Mate mit zweimaliger Gärung könnte man als Experiment in der Schule machen. Gehört dass es einfach geht und das Leute das auch zu Hause machen. Das dann im Unterricht zeigen und dabei [Prozesse der Bakterien] erklären.</p>	<p>S3: Ich hätte da auch noch eine Idee. Ich weiß jetzt aber nicht, ob das ein Pilz ist, der das versucht oder ein Bakterium. Wenn man jetzt zum Beispiel, dieses eine Getränk macht, Mate glaube ich war das. Das wird doch. Ich weiß jetzt nicht (kurz abgelenkt) Ich weiß jetzt nicht, ob das mit Pilzen oder Bakterien gemacht wird. Aber vielleicht könnte man so ein ähnliches Experiment auch in der Schule den Schülern nahelegen. [Anmerkung von S4 und S3: Ist auch eine Gärung. Mate wird zweimal gegärt.] Aber ich hatte gehört, dass es ziemlich einfach geht und dass Leute das dann auch zu Hause machen zum Beispiel und das man das dann irgendwie so ein bisschen zeigt und erklärt. (I2.2; Zeile 106-115)</p>
				<p>Verschiedene Arten von Alkohol z.B. Bier, Wein, Zwetschgensch schnaps hergestellt über die Destillation.</p>	<p>Also wir haben Alkohol, Bier und Wein gemacht. Also das sie eben nicht nur die Traube, ich kann das aus Zwetschgen bis zum Zwetschgensch schnaps über die Destillation [herstellen]. (I1; Zeile 92)</p>
				<p>Bierherstellung mit Gärung von Bakterien durchnehmen. Könnte in Klasse 10 das Interesse der Schüler*innen am Thema erhöhen.</p>	<p>Geht nicht Bier auch mit Bakterien auch eine Gärung. Also da nehmen die ja auch eine Gärung vor. Und ich glaube wenn Schülern auch mal sowas näher bringt, dann sind die auch, also gerade Oberstufe 10. Klasse. Hören die auch vielleicht mal ein bisschen besser zu (lachen). (I2,2; Zeile 103-105)</p>

				Alkoholherstellung geht in gleiche Richtung wie Nachweis von Säuren in Lebensmitteln.	R: Alkoholherstellung würde dann ja in dieselbe Richtung [wie der Nachweis von Säuren anderer Lebensmittel] greifen oder nicht? (I1; Zeile 86)	
			Waschungsverfahren von Jeans	Nützliche Funktion von Bakterien auch als Einsatz in der Bioindustrie mit verschiedenen Waschungsverfahren für Jeans.	Spontane Assoziation zur nützlichen Funktion von Bakterien für den Menschen ist Bioindustrie mit verschiedenen Waschungsverfahren für Jeans.	3: Aber das ist natürlich auch irgendwo was, wo wir den industriellen Nutzen der Bioindustrie haben. Das habe ich schon mal thematisiert oder eben an irgendwelchen Waschungsverfahren für die Jeansherstellung. Wo Bakterien wirklich nützlich sind für den Menschen. Das ist jetzt was, was mir spontan einfällt. (I2; 132-135)
		Medizin und Technik	Medizinische Behandlungsmethode der Stuhltransplantation	Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, spannendes Thema für Schule bei dem alle zuhören würden und im Gedächtnis bleibt. Jedoch keine Materialien dazu, obwohl gerne gewünscht. Zweites Thema Evolution des Menschen im Zusammenhang mit Mikrobiom. Lässt sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht, jedoch keine Materialien dazu.	Vortrag zur Ernährung und Stuhltransplantation gehört und gedacht, dass bei dem Thema alle zuhören würden in der Klasse und dies bis zum Abi noch wüssten. Jedoch keine Unterrichtsmaterialien dazu, obwohl die Person dies gerne hätte. Zweites Thema war die Evolution des Menschen im Zusammenhang mit dem Mikrobiom. Das sich nicht so schnell nach unseren Vorstellungen verändern lässt. Beide Themen gut vorstellbar für den Unterricht.	1: Ich kann mich selbst [daran] erinnern, dass ich irgendwann mal einen Vortrag zur Ernährung hatte. Wo dann der Arzt, der den Vortrag gehalten hat, dann über Stuhltransplantation redete. Und ich dachte so, oh mein Gott. Wenn ich das jemals in der Schule erzählen sollte oder irgendwo einbauen würde. Ich wüsste, mir würden alle zuhören und es würde jeder noch wissen. Keine Ahnung, kannst du drei Jahre später beim Abi nochmal fragen und wisst ihr noch, jaja, wir haben über Stuhltransplantation geredet. Und das wäre so ein Thema, wo ich gedachte hatte: 'Da habe ich nichts dazu'. Aber weil es da glaube ich um <i>Morbus Chron</i> und sowas ging. Diese entzündlichen Darmgeschichten und das man das tatsächlich dadurch heilen kann, weil das Mikrobiom dann an der Stelle dafür verantwortlich ist. Mein Gott, da hätte ich gerne was dazu. Und das zweite war dann auch ein Vortrag, denn wir hier an der Schule hatten, auch von der Uni Kiel. (...) Genau, da ging es auch um die Evolution des Menschen und da sagte er: 'Naja, das einzige, wo er sich das vorstellen könnte, das wird wahrscheinlich letztendlich das Mikrobiom sein'. Weil wir das eben nicht so leicht, ich sage mal nach unseren Vorstellungen gestalten können, wie beispielsweise 'es ist kalt, wir ziehen uns eine Jacke über'. So kann ich beispielsweise nicht sagen, okay, ich habe dieses und jenes Problem und deswegen nehme ich jetzt dieses Bakterium und dann geht das wieder. So einfach ist es dann ja nicht. Ja, also das waren jetzt so zwei Seiten, die mir so einfallen und die ich gern mal machen würde. (I2; Zeile 160-177)
			Insulin	Insulin-Produktion von Bakterien als positive Auswirkung von Bakterien für den Menschen.	Insulin-Produktion von Bakterien als positive Auswirkung von Bakterien für den Menschen.	R: Ja, wie ist das denn bei der Insulin-Produktion? Geht das da nicht auch? Ich glaube ja, oder? Das man Insulin produziert mit Bakterien? (...) Wo man dann ein bisschen manipuliert hat dann auch? (I1; Zeile 299; 301)
			Penicillin, Hefebakterium	Gute Auswirkung von Bakterien auch mit Penicillin und dessen zufällige Entdeckung durch den Nasentropfen.	Gute Auswirkung von Bakterien auch mit Penicillin und dessen zufällige Entdeckung durch den Nasentropfen.	3: [Beim dritten Beispiel von guten Auswirkungen zu Bakterien im Unterricht], also ich weiß jetzt nicht, wie weit gute Bakterien jetzt so gefasst ist, aber zum Beispiel als wir über Penicillin [geredet haben]. War das nicht irgendwas mit dem Hefebakterium, was der Fleming dann dort [entdeckt hat]? Also als ihm die letzte Idee dazu kam, ist ihm dann dort doch angeblich dieser Nasentropfen heruntergefallen und ist das nicht irgendein Bakterium, was dort dagegen wirkt oder so? (...) Also das das Penicillin dagegen wirkt. Also beinhaltet und

					herstellt? Das ist ein Beispiel für [eine] gute Auswirkung von Bakterien, die mir einfällt will. (I2; Zeile 123-127)
		Vektoren	Einschätzung medizinischer Bereich mit Bakterien nicht so präsent bei Schüler*innen z.B. Nutzung als Vektoren	Bakterien im medizinischen Bereich denken Schüler*innen vielleicht gar nicht als Erstes dran z.B. Nutzung als Vektoren.	2: Und ist das nicht auch, gerade in diesem medizinischen Bereich? Werden Bakterien nicht auch als Vektoren genutzt? Weiß ich jetzt gar nicht. (...) Ich habe da jetzt kein Spezielles im Kopf. Aber es sind dann vielleicht doch auch diese medizinischen Zusammenhänge, wo die Schüler auch in erster Linie gar nicht dran denken, wo das so gebraucht wird. (I2; 136; 141-142)
		PCR	PCR als Beispiel	PCR als Beispiel, aber teuer.	PCR geht da auch, ist aber teuer.
		Verwendung von CRISPR CAS in der Medizintechnologie	Verwendung von CRISPR CAS in der Medizintechnologie, entdeckt bei Bakterien. Thematisiert im kleinen Rahmen und auf Menschen bezogen.	Gute Auswirkung von Bakterien in genetischer Ecke thematisiert beim Thema CRISPR CAS. Bei Bakterien entdeckt und auf Technologie übertragen. Thematisiert im Unterricht im kleinen Rahmen auf den Menschen bezogen.	3: An dem Vortrag [zur Stuhltransplantation beim letzten Darwintag] erinnere ich mich auch noch. Ich wollte gerade noch was einschmeißen. Erstmal ist mir gerade eingefallen, dass das mit dem Penicillin natürlich Quatsch war, weil das ja gegen eine Pilzallergie des Bakteriums wirkte. Aber was mir jetzt gerade noch einfiel, wo 2 das meinte, wo wir im Unterricht schon mal Bakterien thematisiert haben, auch als gute Auswirkung, [was] auch wieder in dieser genetischen Ecke war und zwar bei dieser CRISPR CAS Geschichte. Das ist ja auch was, was in dem Bakterien entdeckt wurde und dann übertragen wurde in der Technologie quasi. Und das ist so ein Punkt gewesen, wo wir auch die Bakterien, deren gute Auswirkungen nochmal thematisiert haben auf dem Menschen, also jetzt nur im sehr kleinen Rahmen. Aber das ist vielleicht nochmal so ein vielfältiges Beispiel, was jetzt nicht unbedingt in die Lebensmittel-schiene geht, die wir ja jetzt schon vorhin angesprochen haben. (I2; Zeile 182-192)
Anthropozentrische Zugänge	Bezug zum Menschen entscheidend	Pragmatischer Ansatz mit Bezug zum Menschen - aufgrund begrenzter, zeitlicher Ressourcen	Pragmatischer Ansatz mit Bezug zum Menschen, aufgrund begrenzter, zeitlicher Ressourcen im Unterricht.	Bezug zum Menschen als pragmatischer Ansatz, schafft es nicht auf das Gesamtbiologische zu beziehen. Vorgehen ist für den einen gut und für den anderen schlecht.	Bei der Wertung macht es einen großen Unterschied, ob man es auf den Menschen bezieht, man kann diese Aussagen aber nicht auf Gesamtbiologisches beziehen, DAS macht man aber eigentlich immer nur wertend, nie den gesamtbiologischen Überblick. Für den einen gut, für den anderen schlecht.
		Bessere Zugänglichkeit vorhanden (ist spannender und greifbarer)	Interessanter wenn Menschenbezug da ist.	Interessanter für Schüler*innen, wenn Menschenbezug bei Bakterienthemen da ist.	S: Also wir haben eine Person jetzt zum Beispiel aus dem Kurs, die meinte dass sie es auch gerade interessant findet, wenn es nicht sozusagen mit dem Menschen zu tun hat. (I3; Z. 27-28)
			Lieber Alltagsbeispiele wie die Gärung von Bier nehmen. Näher an Schüler*innen dran.	Lieber Alltagsbeispiele wie die Gärung von Bier durchnehmen, nicht so fern von der Lebensrealität der Schüler*innen.	S4: Ja, einmal genau, was ich ja schon meinte mit der Gärung von Bier, also einmal so Alltagsbeispiele [besprechen]. Jetzt wenn man dann in der Tierwelt [Themen mit Bakterien behandelt], würde ich vielleicht nicht allzu sehr darauf eingehen, weil es dann vielleicht doch wieder zu fern wird (I2.2; Z. 209-212)
			Bezug zum Menschen herstellen, weil es naheliegend für die	Bezug zum Menschen ist aus eigener Erfahrung naheliegend für	3: {Der Bezug zum Mensch}, also ich glaube es ist naheliegend für die Schüler, also einfach oder sinnstiftend, wenn es von ihnen selber ausgeht und wenn

			<p>Schüler*innen sowie einfach und sinnstiftend auch für spätere Entscheidungen.</p>	<p>die Schüler*innen. Beispiel in unteren Klassenstufen Haustiere, später dann Genetik. Bezug zum Mensch ist einfach und sinnstiftend, Wichtig das es sie selber betrifft und das sie damit etwas anfangen können, um Entscheidungen zu treffen.</p>	<p>sie für ihr persönliches Leben irgendwie was mit davontragen können. Also meine Erfahrung ist so: Die anderen Lebewesen, gerade so was Haustiere angeht und sowas, das ist so in den unteren Klassen das Thema, was verhängt. Aber die Großen sind immer an Genetik interessiert. Wenn sie dann wissen, wie es genau aussieht, dann sind sie manchmal schon eher weniger interessiert. (lachen) Wie kompliziert die Nummer ist, aber was sie selber betrifft und wo sie selber irgendwie später was mit anfangen können und Entscheidungen treffen können, das ist immer das, was glaube ich auch wichtig für die ist. (I2; Z. 80-87)</p>
			<p>Leichter Wissen aufzunehmen, wenn Bezug zum Menschen da ist. Weiterführende Fragen, wenn Interesse da ist. Entscheidend Wichtigkeit am Thema für sich selber herauszustellen.</p>	<p>Erfahrung bei Alltagsbezug leichter Wissen für die Schüler*innen aufzunehmen und damit zu arbeiten, wenn zum Beispiel Bezug zum Menschen da ist. Dann kommen häufig auch weiterführende Fragen, wenn sie es spannend finden. Manchmal findet die Lehrkraft das Thema auch super spannend, aber nur so 1 oder 2 Schüler*innen ebenfalls (Funke nicht übergelungen). Aber Schüler*innen brauchen Erkenntnis wann das Thema für sie wichtig ist oder wird. Beim Thema Bakterien hat sie im Rahmen des Menschen und Mikrobioms/Ernährung darüber geredet (Klasse 8). Eher unvorbereitet mit den Schüler*innen in eine Diskussion getreten und spekuliert, aber gemerkt das großes Interesse vorhanden war.</p>	<p>1: Ja, ich würde mich da auch anschließen. Also mein Eindruck ist auch, wenn sie einen ganz klaren Alltagsbezug dazu haben, dann ist das auch für die Schüler wesentlich leichter, das Wissen ja erstmal aufzunehmen und dann damit auch zu arbeiten. Und dann kommen für gewöhnlich, also so kenne ich das von meinen Gruppen, dann tatsächlich auch mal weiterführende Fragen. Wenn das so Themen sind, wo man so sagt, okay da ist zwar unglaublich spannend und so weiter, die ich auch manchmal mehr spannender finde als meine Schüler, da merke ich das dann. Da gibt es dann vielleicht so ein oder zwei [Schüler], wo man denen dann anmerkt, da ist der Funke dann übergelungen. Aber so richtig wo ich sagen würde, da erreiche ich die meisten: Das sind dann immer die Beispiele, wo sie ganz klar merken: 'Das betrifft mich an dem und dem Punkt, im Alltag oder in Zukunft oder (zweimal wiederholt)'. Aber sie müssen irgendwie wissen, ist so mein Eindruck, wo diese Informationen für sie wieder wichtig werden. Das man da auch sagt, 'okay am Beispiel Mensch und gerade [am Beispiel] Mikrobiom'. Das dachte ich gerade auch, als L2 das gerade vorher sagte. Auch total spannend. Habe ich auch tatsächlich schon mal mit meinen Schülern im Rahmen von Ernährung darüber geredet gehabt, das war aber eine 8. Klasse. Weil da auch die Idee kam: 'Warum klappt denn das eine für den und für die anderen nicht'. Und wir da mal kurz ins Spekulieren kamen und da habe ich dann aber auch gemerkt: Da war das Interesse dann da. Ganz intuitiv dann oder automatisch ohne dass man sich groß angestrengt hat. Das was man nicht vorbereitet hatte, das fanden die Schüler am spannendsten. (I2; Z. 101-118)</p>
			<p>Bezug zum Menschen ist am leichtesten für die Schüler*innen herzustellen.</p>	<p>Bezug zum Menschen ist am leichtesten für die Schüler*innen herzustellen.</p>	<p>Hat seine Existenzberechtigung, der Bezug zum Menschen ist jedoch immer für SuS am leichtesten herzustellen.</p>

		Bezug zum Menschen unter bestimmten Voraussetzungen	Durch Faktoren wie Klassenstufe abhängig	Bezug zum Menschen durch Faktoren wie Klassenstufe abhängig, bessere Zugänglichkeit bei Bezug zum Menschen.	In der Mittelstufe vom Menschen ausgehen, Oberstufe dann nicht mehr notwendig. Wichtig über Tellerrand hinauszuschauen.	L: Ja, aber ich finde es eigentlich wichtig, dass sie in der Mittelstufe vom Mensch ausgehen. Das ich den Bezug hab zum Lebensmittel, Haushalt und zum Mensch und dann habe ich es auch leichter den Schritt zu schaffen in die Oberstufe, da brauche ich dann den Menschen nicht mehr. Also ich finde es wichtig, dass man da über den Tellerrand heraus schaut. (I1; Z. 236-239)
	Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg gut und dann weitergehen			Idee beim Menschen anzufangen und dann weiterzugehen. Möglichst breites Spektrum beibringen durch anderen Erwartungen und Vorstellungen jedes Schülers*in. Themen eher oberflächlich behandeln.	Idee das man mit dem Menschen anfängt und dann weitergeht. Möglichst breites Spektrum beibringen, weil jeder Schüler*in andere Erwartungen und Vorstellungen zum Thema hat. Und lieber nicht zu tief in Thema einsteigen, sondern eher oberflächlich behandeln.	S: Die letzte Idee, dass man mit dem Menschen anfängt und dann weitergeht, sozusagen alles einmal thematisiert. Damit man sich nicht so festsetzt. Ich glaube, dass ist immer sehr anstrengend im Biounterricht, wenn man sich auf eine Sache festsetzt und möglicherweise jeder Schüler geht ja mit dem Thema sozusagen in andere Erwartungen und hat ja auch andere Vorstellungen von dem Thema. Ist ja auch völlig natürlich. Vielleicht denken wir das jetzt einmal durch. Und deswegen wäre es glaube ich immer am besten, wenn man im Unterricht ein möglichst breites Spektrum sozusagen beibringt. Dann hat man auch als Schüler besser zu lernen sozusagen. Wenn man als Schüler nicht unglaublich tief in ein Thema eintauchen muss, sondern vielleicht oberflächlich [behandeln]. (I3; Z. 60-67)
				Auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Bezug zum Menschen als Einstieg gut und dann weitergehen.	Thema Bakterien hoch interessant, deswegen auch Themenfelder außerhalb des Menschen interessant. Menschlicher Bezug zum Einstieg gut durch bessere Greifbarkeit, dann aber weitergehen.	C: Allgemein muss ich da leider nicht zustimmen. Ich persönlich finde das Thema [zu Bakterien-Wirt-Beziehungen] hochinteressant und mich würden auch Themenfelder außerhalb des Bezuges zum Menschen interessieren. Ich denke, dass der menschliche Bezug gerade zu Beginn einen guten Einstieg bietet, weil man da Dinge aus dem Alltag aufgreifen kann und dadurch es für die Schüler ja greifbarer ist, als wenn man es ganz abstrakt gestaltet. (I1.1; Z. 135-139)
				Emotionale Komponente für das Interesse der Schüler*innen entscheidend (Mensch, Haustiere, Säugetiere wie Delfine). Schwierig, Lebensweltbezug zu Schüler*innen bei der Maus oder Hydra herzustellen. Deswegen beim Menschen anfangen und dann auch andere Organismen anschauen.	Emotionale Komponente entscheidend für das Interesse der Schüler*innen wie beim Bezug zum Menschen oder bei Haustieren oder Säugetiere wie Delfine. Schwierig, wenn man von Hydra oder der Maus anfängt zu erzählen, dass die Schüler*innen das Gefühl haben es geht sie nichts an. Deswegen beim Menschen anfangen und dann durchaus auch mal andere Organismen anschauen.	2: Ja, dem würde ich auch zustimmen und das ist halt eben auch diese emotionale Komponente, die da irgendwie mit hereinspielt. Das ist wie gesagt eben auch mit Haustieren, also generell Mensch oder eben Haustiere, die man kennt, eben Hund, Katze oder eben auch so allgemeine Säugetiere, wie ein klassisches Beispiel, ein Delfin. Irgendwas was ihnen emotional verbunden ist, das interessiert die Kids immer noch. Aber wenn man da jetzt anfängt irgendwas von der Maus oder der Hydra zu erzählen, dann sind die häufig so 'Ja gut, toll das ich jetzt weiß, warum hier diese Hydra dieses Mikrobiom hat, aber was geht mich das eigentlich an, wenn ich nicht in der Hydra forschen möchte.' Also ich würde jetzt eigentlich eher mal davon ausgehen, vom Menschen erstmal stellen und dann kann man aber eben sich durchaus auch mal andere Organismen anschauen zum Beispiel auch als Vergleich. Wie ist das bei anderen? Oder eben auch um so einen klassischen Modellorganismus zu thematisieren. Wenn es da so um naturwissenschaftliche Arbeitsweisen geht. Aber um die erstmal überhaupt für das Thema zu interessieren, habe ich es

						auch immer so empfunden wie 3. Das ist eben genau das, dass das Interesse größer ist, wenn es um den Menschen an sich geht. (I2; 88-100)
		Bezug zum Menschen nicht notwendig	Bezug nur auf Mensch ist zu einseitig	Nicht nur Bakterienthemen auf Menschen beziehen, zu einseitige Darstellung.	Bakterienthemen nicht nur auf Menschen beziehen wollen. Ist wie eine Welt für sich dann.	R: Ja, muss man [über den Tellerrand hinausschauen]. Also ich würde das nicht nur auf den Menschen beziehen wollen. Das ist ja quasi wie eine Welt für sich dann. (I1; Z. 240-241)
				Sehr anthropozentrisch ausgerichtete Fachanforderungen in Schleswig-Holstein, was viele auch so machen. Person sieht es zwiegespalten: Einerseits Bezug zum Menschen am leichtesten herzustellen, andererseits aber banal, weil nicht nur der Mensch Bakterien hat.	Fachanforderungen in Schleswig-Holstein sehr anthropozentrisch ausgerichtet, was viele auch so machen. Aber selbst stark ablehnen, weil Bakterien eine genauso Existenzberechtigung haben wie jedes andere Individuum. Person sieht es zwiegespalten weil Bezug zum Menschen einerseits am leichtesten herzustellen ist über z.B. Krankheiten, aber andererseits ist es auch banal, weil ja nicht nur der Mensch Bakterien hat.	R: [Zum Menschenbezug bei biologischen Themen.] Also die Fachanforderungen in Schleswig-Holstein, die neu geschrieben sind seit 2016, sind in der Beziehung stark anthropozentrisch. Ich würde das aber stark ablehnen. Ich glaube das machen viele andere auch so. Ich würde den Bakterienbezug, dass die für sich auch eine Existenzberechtigung haben wie jedes Individuum auch. Aber das ist ja banal, finde ich. Nur man kann den Bezug eben am leichtesten herstellen über eigene Krankheiten, die Haut ist dann verletzt oder ich hab irgendwie mal eine Entzündung durch eine Verletzung in die irgendwann mal Bakterien eingetreten sind. Ich weiß nicht, dass ist so ein bisschen ein Tänzchen auch. L. wie ist das denn bei euch? Seid ihr auch so ein bisschen anthropozentrisch gestrickt? (I1; Z. 228-235)
				Kein Bezug zum Menschen notwendig, solange das Beispiel interessant ist wie mit Leuchtbakterien im Tintenfisch.	Kein Bezug zum Menschen nicht notwendig, solange das Beispiel interessant ist, wie mit Bakterien die etwas Besonderes können. Z.B. mit dem Tintenfisch und den nachts produzierten Leuchtbakterien.	Y.: Also ich glaube [zum Thema Bakterien und den Bezug zum Menschen], da muss eigentlich gar kein Bezug sein, solange das interessant ist. Wir hatten auch einmal, ich weiß nicht, ob die anderen das erwähnt haben, aber einmal irgendwie den Tintenfisch, der mit Bakterien so leuchtende Sachen produziert hat nachts. Das war zum Beispiel voll interessant und das hatte ja nichts mit dem Menschen zu tun. (S1; Z. 183-186)
				Kein Bezug zum Menschen notwendig, solange Beispiel interessant ist wie mit Bakterien die etwas Besonderes können (Tintenfisch und Leuchtbakterien).	Kein Bezug zum Menschen notwendig, solange das Beispiel interessant ist mit Bakterien die etwas Besonderes können wie beim Tintenfisch die Leuchtbakterien.	S.: Ja, ich wollte [beim Thema Bakterien und dem Bezug zum Menschen] auch auf das mit den Bakterien und den Tintenfischen eingehen, also ich finde das muss nicht mit den Menschen zusammengehören. Ich würde es mal spannend finden Beispiele von Bakterien zu hören, die vielleicht irgendwas Besonderes können von denen man vielleicht auch nicht weiß, wie diese Leuchtbakterien. (S1; Z. 188-191)
				Ablehnen eines anthropozentrischen Weltbildes beim Thema "Bakterien" im Unterricht. Dazu Zitat: "Wir leben nicht im Zeitalter des Anthropozän, sondern	Zustimmung zur Aussage des Evolutionsbiologen "Wir leben nicht im Zeitalter des Anthropozän, sondern im Zeitalter der Bakterien." Idee das Zitat als	R: Also vielleicht dazu noch, [dazu] habe ich eine interessante Aussage. Euch ist vielleicht Evolutionsbiologe Stephen Jay Gould ein Begriff. Kennt ihr den vielleicht noch? Der hat mal gesagt: „Wir leben nicht im Zeitalter des Anthropozän, sondern im Zeitalter der Bakterien.“ Womit er ja unbedingt Recht hat. Können Sie ja mal gucken, weil das könnte man mit so einem Zitat als Aufma-

				im Zeitalter der Bakterien als Aufmacher im Unterricht.	Aufmacher im Unterricht zu nehmen.	cher nehmen. - Und weil der Mann war wirklich spitze. Der ist leider früh gestorben an Krebs, aber hatte ein paar zündende Gedanken. Ein Paläontologe war das. (Z. 123-128; 130-131)
				Wichtig zu vermitteln, dass nicht nur der Mensch Bakterien hat, sondern alle Lebewesen.	Interessant für Schüler*innen dass nicht nur der Mensch Bakterien hat sondern alle Lebewesen wie Boden oder Schwamm.	L: Ja und ich finde auch, das ist für Schüler interessant, das nicht nur die Bakterien beim Mensch da sind. Sondern dass die beim Boden oder Schwamm oder, oder, oder. Das finde ich enorm wichtig. (I1;Z. 242-243)
		Notwendigkeit des Bezuges zum Menschen nicht notwendig, wenn Beispiel mit Organismus interessant genug ist (wie Leuchtbakterien im Tintenfisch)		Beispiele mit Menschenbezug interessant, aber auch schon Beispiele ohne Menschenbezug wie die japanische Alge angeschaut (Endosymbiontentheorie).	Beispiele mit dem Menschen interessant, aber auch schon Beispiele außerhalb des Menschen wie die japanische Alge angeschaut, die dann anderen Organismus für die Chloroplasten im Sinne der Endosymbiontentheorie aufgenommen hat.	S: Aber ich habe auch zwei, drei Leute gehört, die auf jeden Fall sich für den Menschen interessieren, wie das erfolgt, auf dem Menschen drauf. [Das] ist interessant. Aber wir hatten glaube ich schon das gehabt, dass diese eine japanische Alge, das die sozusagen (wie heißt das nochmal), dass die einen anderen Organismus aufgenommen hat, um dann sozusagen die Chloroplasten zu haben. Das war [Anmerkung der Interviewerin: Endosymbiontentheorie?] Ja genau, das war [die Endosymbiontentheorie]. Deswegen in die Richtung, dass [das] sozusagen außerhalb des Menschen ist. Das hatten wir schon, ein bisschen uns angeguckt. (I3; Z. 29-33; 35-36)
				Bezug zum Menschen abhängig von Kontext und persönlicher Betroffenheit. Keine willkürliche Infektion, die unbekannt ist. Vielmehr etwas Besonderes durchnehmen. Bezug zum Menschen interessanter, weil es nachvollziehbarer ist und man es wohl nochmal begegnen wird.	Bezug zum Menschen kommt auf Kontext an und was einen so betrifft an. Keine willkürliche Infektion von irgendeinem Tier, was man vorher noch nicht gehört hat, sondern etwas Besonderes. Persönlich Bezug zum Menschen interessanter, weil es nachvollziehbarer ist und man es wohl nochmal begegnen wird. Vorher noch nicht viel zu Infektionen gemacht und auf jeden Fall interessantes Thema.	B: Ich glaube, das hängt ein bisschen davon ab in welchem Kontext und ob das vielleicht auch etwas ist, was einen selbst so ein bisschen betrifft. Ist vielleicht ein bisschen falsch ausgedrückt, aber irgendwas, was interessant ist. Nicht so eine <i>random</i> Infektion von irgendeinem Tier, das man vorher noch nie gehört hat. Sondern irgendwas, das so ein bisschen heraussticht, was besonders ist. Aber ich muss sagen, dass mich persönlich Themen, die den Menschen beziehen, mehr interessieren. Bzw. es ist einfach näher dran, das ist für mich einfacher, daraus dann Schlüsse zu ziehen. Es begegnet einem dann auch mit höherer Wahrscheinlichkeit auch nochmal. Und ich hatte übrigens vorher noch nicht so viel mit Infektionen [gemacht]. Ich finde es auf jeden Fall ein interessantes Thema. (I1.1; Z. 125-132)
					Interessant Beispiele aus der Tier- und Pflanzenwelt zu nehmen, darüber noch wenig Wissen.	Interessant Beispiele aus der Tier- und Pflanzenwelt zu nehmen, weil sie darüber noch wenig wissen. Wissen Bescheid zum Beispiel das es Darmbakterien gibt.
			Fachbegriffe und Grundverständnis	Den Einstieg über den Alltag leichter, vor allem einfache Erläuterungen und Fachbegriffe	Einstieg über den Alltag machen, fällt leichter, indem vor allem einfache Erläuterungen	L: Sagen wir mal [so zum Alltagsbezug der Schüler bei biologischen Themen]: Für mich oder mir fällt es leichter, den Einstieg über den Alltag zu haben. Bei diesem Einstieg will ich dann aber schon die Grundsachen erklärt haben und

Methodische Zugänge	Theoretische Herangehensweisen	des Themas über Lebensweltbezug	zum Grundverständnis des Themas sollten folgen. Dann Sprung über Tellerrand.	und Fachbegriffe zum Grundverständnis des Themas folgen sollten. Dann Sprung über Tellerrand.	[das] Fachbegriffe da sind und das sie sich das vorstellen können. Und dann muss für mich aber der Sprung weiter kommen, dann muss der Sprung über den Tellerrand heraus kommen. (I1; 248-252)
		Über Dilemma-Situationen mit Bakterien diskutieren	Frage bei romantischer Beziehung: Wer braucht wen? - Dilemma-Situationen und Bewertungskontexte im Biologieunterricht gesucht z.B. Einnahme von Antibiotika	Romantische Beziehung: Frage dabei wer braucht wen? Bakterien in Vaginalbereich der Mutter können auch ohne Besiedlung von Baby überleben, daher eher einseitige Beziehung. Bewertungskontexte und Dilemma-Situationen sind im Biologieunterricht gesucht z.B. Einnahme von Antibiotika ja oder nein.	2: Und ich finde gerade halt auch bei dem Begriff 'romantische Beziehung' ist ja immer die Frage, wer braucht wen. Also die Bakterien in der Vaginalschleimhaut werden wahrscheinlich auch noch überleben, wenn sie das Baby nicht eingeriebt haben. Also da ist es dann ja eine einseitige Beziehung, aber das regt natürlich dazu an darüber zu diskutieren. Das stimmt schon und das zu bewerten. Und das ist ja immer, diese Bewertungskontexte sind ja immer gesucht im Biounerricht. Weil das ja das spannende ist darüber nachzudenken. Oder so Dilemma-Situationen zu diskutieren einfach. Die gibt es mit Bakterien sicherlich auch. Also Antibiotika nehme ich es oder nicht. Ist ja auch irgendwie ein Dilemma. Wenn ich irgendwie jetzt schnell wieder auf dem Damm kommen kann, wenn ich das jetzt nehme, aber dafür zerschottere ich mir jetzt dafür einmal meine Darmflora oder nehme ich es nicht und nehme mir dafür halt ein wenig länger Zeit um wieder gesund zu werden. Was ja oft vielleicht auch funktioniert. Dann ist es ja eine Dilemma-Situation. (I2; Zeile 288-299)
		Praktische Herangehensweisen	Experimente	Keine Experimente beim Thema Bakterien gemacht, ratlos was man außer Bakterien auf Nährboden wachsen noch praktisch machen kann.	Beim Thema Bakterien in der Schule nach eigener Erinnerung keine Experimente gemacht und ratlos, was man da machen kann, außer Bakterien auf Nährboden wachsen lassen.
	Bisher Bakterienthemen mit Arbeitsblättern behandelt. Wunsch nach mehr praktischen Tätigkeiten wie Experimente ähnlich wie bei der Hefe mit Lebensweltbezug.			Bakterien in Klasse 9 oder 10 gehabt. Bisher Thema eher ganz lapidar mit Arbeitsblättern behandelt. Wunsch nach mehr praktischen Tätigkeiten wie Experimente mit Mikroorganismen ähnlich wie bei der Hefe mit Lebensweltbezug.	S1: Uh, ich weiß, dass wir das {das Thema Bakterien} in der 9. oder 10. Klasse hatten. Da hatten wir das {Thema Bakterien im Unterricht} immer ich glaube ganz lapidar mit Arbeitsblättern. Ich weiß es jetzt nicht, wie man das jetzt vielleicht experimentell umsetzen kann. Vielleicht könnte man das mit Mikroorganismen machen, ähnlich wie mit Hefe oder so. Das man da irgendwie Bezug bekommt auf unsere normale Welt. Ich habe mir jetzt selber noch nicht so viele Gedanken darüber gemacht, also (lachen). (I2.2; Z. 34-39)
	Mikroskopieren		Wunsch nicht nur theoretisch über Bakterien mit Arbeitsblättern zu reden, sondern mehr zu mikroskopieren wie im 11. Jahrgang mit Algen und Plankton.	Nicht nur über Bakterien mit Hilfe von Arbeitsblättern reden, sondern mehr mikroskopieren wie im 11. Jahrgang mit Algen und Plankton.	S2: Dazu frage ich mich auch, was passieren würde, hätten wir nicht diese Bakterien. Was ist, wenn man diese Defizite hat. Was ist, wenn das nicht vorhanden ist. Wir hatten auch mal im 11. Jahrgang mikroskopiert, also davon nochmal unabhängig, das sind jetzt quasi keine Bakterien, sind ja aber auch kleine Algen und Plankton genau. Und das man vielleicht auch sowas mehr

						macht. Das man auch nicht nur irgendwie über Arbeitsblätter darüber redet, sondern sowas auch mal zu Gesicht bekommt. (I2.2; Z. 57-62)
				Wichtig Bakterienthemen schon in Klasse 9 oder 10 praktisch anzusprechen.	Thema Bakterien in Klasse 9 oder 10 ansprechen und dazu praktische Beispiele nehmen.	L: Also ich glaube, dass es aber wichtig wäre [das Thema Bakterien und dessen Auswirkungen zu besprechen] . Also für mich ist wichtig in Klasse 9 zum Beispiel, dass man das da praktisch ansprechen kann. Oder auch in 10 – je nachdem.
	Emotionale Zugänge	Interesse an Bakterienthemen	Inhalte über Lebensraum von Bakterien	Interesse an mehr Informationen über Aussehen des Lebensraums von Bakterien. Ganz andere Welt.	Interessant wären mehr Informationen über Lebensraum von Bakterien z.B. Kampf von uns gegen die Bakterien. Nochmal eine ganz andere Welt.	S3: Genau, was ich vielleicht noch interessant finden würde. Einfach nochmal wie der Lebensraum von Bakterien aussieht. Wenn ich [an den] Kampf von uns gegen die Bakterien [denke]. Das man das mal näher bringt. Dass das einfach nochmal eine ganz andere Welt ist als unsere. (I2.2; Z. 2226-229)
Bakterien haben kein Bewusstsein und Wirkung durch physikalische und chemische Wechselwirkungen und Kräfte.				Bakterien haben kein Bewusstsein und wirken einfach durch physikalische und chemische Wechselwirkungen und Kräfte. Bewusstsein wird Bakterien einfach abgesprochen.	S4: Vielleicht auch das einfach ein Bakterium kein Bewusstsein hat? Also das es wirklich auf so einer kleinen Ebene einfach durch die, war nicht durch irgendwelche Wechselwirkung, durch irgendwelche Kräfte [wirkt?] [Anmerkung von S2: Du meinst [zu den Wechselwirkungen und Kräften von Bakterien] Chemikalien und so?] Ja Chemie. War nicht [, dass es] durch halt diese physikalischen Gesetze einfach wirkt und an sich nicht wie wir ein Bewusstsein hat, sondern einfach nur da ist. Dass das einfach vorhergesehen wird. Dass man [den Bakterien] einfach ihr eigenes Bewusstsein abspricht. (I2.2; Z. 171-180)	
Schwer Kindern beizubringen, dass Bakterien kein Bewusstsein haben.				Schwer Kindern beizubringen, dass Bakterien kein Bewusstsein haben.	S3: Ich glaube es ist auch super schwer, dass irgendwie Kindern vor allem Kindern beizubringen. Wie S2 und S4 gerade schon meinten. Dass Bakterien kein eigenes Bewusstsein haben. (I2.2; Z. 217-218)	
Inhalte zur Bakterienkommunikation			Viele offene fachliche Fragen zum Thema Signalkette von Bakterium zum Körper und umgekehrt, aber allgemein wenig Informationen dazu zu finden.	Entscheidend ist Signalkette von Bakterien zum Körper und zurück. Kennt Forscher*innen, die sich damit beschäftigen, aber allgemein wenig Ahnung darüber, sowie wenig Informationen dazu zu finden oder kein Zugang zu Probenmaterial wie zu Schwämmen um Signalketten genauer zu untersuchen.	R: Was das Entscheidende ist, was man ja auch gerne mal vergisst: Das es ja immer eine Signalkette geben muss vom Bakterium zum Körper und wieder zurück. Ich kenn zwar zwei Forscher, die sich damit beschäftigen, aber das sind für mich alles „Böhmische Wälder“. Also da kriege ich überhaupt nichts [mit]. In Büchern ist nichts zu [finden] und in meiner Ausbildung hatte ich das nicht. (...) Also L. wird ja über Schwämme sprechen. Und wenn man so einen Schwamm durch ein Sieb streicht. Ich habe mal versucht, das anzusetzen, aber ich komme nicht an Schwämme heran oder an die, die ich bräuchte. Die [können] eigen und fremd ganz gut unterscheiden und da die ganzen Signalwege sind quasi mit einem großen Fragezeichen für mich überschrieben. Genauso wie dann die von Bakterien im Körper oder im Boden oder was, die reagieren ja alle auf etwas. (I1; Z. 174-178; 180-184)	

				Spannend auch Forschung vor Ort. Hätte gern Film über Kommunikation von Bakterien mit "sex pillus" als Einstieg, aber schwer an gutes Material zu kommen. Auf Hilfe von Unis und Wissenschaftler*innen angewiesen.	Spannend ist auch Forschung vor Ort. Hätte gern einen Film zur Kommunikation von Bakterien mit dem "sex pillus" z.B. als Einstieg, aber kommt sehr schwer an gutes Material und ist da auf die Hilfe der Unis und Wissenschaftler*innen angewiesen. Schätzt, dass dies auch die Schüler*innen interessieren könnte.	L: Was ich interessant finden würde, wenn man schon die Forschung vor Ort hat. Gibt es da zum Beispiel einen Film. Das war ja auch so eine Geschichte. Wo man zeigen kann, wie zwei Bakterien miteinander kommunizieren. Also ich weiß zum Beispiel, dass unser Sohn, ich glaube ich hab die Aufnahme gar nicht mehr. Das war ganz spannend: Wie tauschen Bakterien Informationen aus? Und da sieht man zum Beispiel, ich glaube, das ist so eine ähnliche Art wie bei einer Körperzelle, da bilden die so einen Stachel. Wenn die zusammenkommen, da bildet sich ein Stachel über diesen Kanal, sage ich jetzt vereinfacht, und dann findet ein Informationsaustausch statt. Und das ist glaube ich in der Körperzelle so ähnlich. Ich könnte mir schon vorstellen, das fasziniert ja schon, wenn ich das sehe. Das ich dann als Schüler das Gefühl habe: „Da möchte ich mehr darüber wissen“ (Anmerkung von einer anderen Person: Ich glaube, du sprichst über diesen Sex-Pillus, kann das sein? Das man dann DNA-Material austauscht?). Ja oder wie ist das mit diesen Sekretionsmechanismen, die es da gibt? (...) Und ich finde, wenn man so ein Material [über Quorum Sensing als Bakterienkommunikation] für die Schule hätte, das kann auch eine kleine Filmsequenz sein. So als Einstieg, als Impuls. Das selbst Bakterien sich untereinander austauschen können oder wie geht die Information zur Zelle, wenn es das gäbe, würde ich das sehr interessant finden. Ich fand es damals ganz spannend und hab gedacht: „ Man, das wusste ich überhaupt nicht. Da will ich jetzt mehr wissen“. Aber auch als Lehrer hängt man dann da und findet dann da so keine Informationen weiter. Da brauche ich schon die Informationen zur Uni oder zu Wissenschaftlern. (I1; Z. 185-193; 195-196; 199-205)
		Interesse an der Vermehrung und dem Stoffwechsel von Bakterien	Spannend positive und negative Effekte der Bakterienprodukte bei Vermehrung und Stoffwechsel zu schauen, zum Beispiel Evolution im Meer mit Roten Tiden.	Vermehrung wird gesteigert und Stoffwechselprodukte von Bakterien können auf Wirt positiv oder negativ wirken. Zum Beispiel bei der Evolution im Meer auch Algen mit Rote Tiden überlegen mit hereinzunehmen.	R: Also [die] Vermehrung wird gesteigert. [Und beim] Stoffwechsel: Das dich dann die Stoffwechselprodukte krank machen oder auch positiv wirken können. Das geht alles nur über die Anzahl der Bakterien. Bei Evolution im Meer könnte man noch überlegen, ob man da Algen mit dazu nimmt. Was weiß ich: Rote Tiden oder so. Dass das giftig wird. (I1; Z. 216-219)	
			Spannend auch für Schüler*innen Austausch vom genetischen Material bei Bakterien zu sehen und Schnelligkeit der Vermehrungsraten. "Sex sells" auch in der Schule.	Spannend für Schüler*innen wie Bakterien genetisches Material austauschen, Sex haben, und wie schnell das mit den Vermehrungsraten geht. "Sex sells" auch in der Schule.	L: Aber dieser Zusammenhang. Dieser abgefahrene Geschichte wie Bakterien da gerade, wie heißt das jetzt gerade da, sex pilli, genetisches Material austauschen und so. Das ist schon abgefahren für die Schüler, wie die Sex haben. 'Sex sells', auch in der Schule. Was da denn halt abgeht, wenn da nur so ein Stückchen darüber kommt und dann der Rest. Und diese Vermehrungsraten. Wie schnell das halt funktioniert und jetzt allgemein [zum] Bakterium. (...) (I2, Z. 137-140)	

				Spannend weitere Unterlagen zur Vermehrung von Bakterien, am besten mit Schaubildern und Vergleichsmaterial zu anderen Organismen.	Spannend wären weitere Unterlagen zur Vermehrung von Bakterien, Verdopplung der Bakterien alle 20 Minuten und diese Zusammenhänge am besten mit Schaubildern und Vergleichsmaterial zu anderen Bakterien und Organismen anschauen.	L: Aber da wäre es auch spannend, finde ich, in der Schule, wenn man da [zur Vermehrung von Bakterien] Unterlagen hätte. Gut über Bakterien weiß man es ja: Die einen Bakterien verdoppeln sich etwa alle 20 Minuten. Das ich das halt auch übertrage in ein Schaubild. Das ich das bildlich mache, sodass ich Vergleichsmaterial mit verschiedenen Bakterien oder auch anderen Organismen hätte. Die Arbeit mit Schaubildern finde ich unheimlich wichtig. (I1; Z. 220-224)
				Emotionale Komponente für das Interesse der Schüler*innen entscheidend (Mensch, Haustiere, Säugetiere wie Delfine). Schwierig, Lebensweltbezug zu Schüler*innen bei der Maus oder Hydra herzustellen. Deswegen beim Menschen anfangen und dann auch andere Organismen anschauen.	Emotionale Komponente entscheidend für das Interesse der Schüler*innen wie beim Bezug zum Menschen oder bei Haustieren oder Säugetiere wie Delfine. Schwierig, wenn man von Hydra oder der Maus anfängt zu erzählen, dass die Schüler*innen das Gefühl haben es geht sie nichts an. Deswegen beim Menschen anfangen und dann durchaus auch mal andere Organismen anschauen.	2: Ja, dem würde ich auch zustimmen und das ist halt eben auch diese emotionale Komponente, die da irgendwie mit hereinspielt. Das ist wie gesagt eben auch mit Haustieren, also generell Mensch oder eben Haustiere, die man kennt, eben Hund, Katze oder eben auch so allgemeine Säugetiere, wie ein klassisches Beispiel, ein Delfin. Irgendwas was ihnen emotional verbunden ist, das interessiert die Kids immer noch. Aber wenn man da jetzt anfängt irgendwas von der Maus oder der Hydra zu erzählen, dann sind die häufig so 'Ja gut, toll das ich jetzt weiß, warum hier diese Hydra dieses Mikrobiom hat, aber was geht mich das eigentlich an, wenn ich nicht in der Hydra forschen möchte.' Also ich würde jetzt eigentlich eher mal davon ausgehen, vom Menschen erstmal stellen und dann kann man aber eben sich durchaus auch mal andere Organismen anschauen zum Beispiel auch als Vergleich. Wie ist das bei anderen? Oder eben auch um so einen klassischen Modellorganismus zu thematisieren. Wenn es da so um naturwissenschaftliche Arbeitsweisen geht. Aber um die erstmal überhaupt für das Thema zu interessieren, habe ich es auch immer so empfunden wie 3. Das ist eben genau das, dass das Interesse größer ist, wenn es um den Menschen an sich geht. (I2; 88-100)
		Ekel durch Bakterienthemmen	Emotionale Reaktionen z.B. beim Thema Stuhltransplantation	Thema Stuhltransplantation mit Humor nehmen und gute Erfahrung gemacht. Im Unterricht noch steuerbar, im Hörsaal nicht (Erinnerung Darwintag mit Vortrag).	Reaktionen der Schüler*innen (und zu den Erfahrungen am Darwintag) beim Thema Stuhltransplantation mit Humor nehmen und damit gute Erfahrungen gemacht. Beim Thema Verdauung denken sie sofort in die Richtung von Kot und Fäkalien. Kann es im Unterricht noch etwas steuern, aber nicht im Hörsaal.	R: (...) Also ich finde, dass die Schüler immer schnell Gedanken in diese Richtung [von Kot und Fäkalien] entwickeln. Das Grinsen wird sofort schmutzig. Zack ist das klar. Von daher denke ich, wenn man von Verdauung spricht und von Bakterien, dann denken Schüler nicht an Bakterien, sondern an sonst was. Also ich denke 80% gehen sofort in diese Richtung. Man kann das da noch Lenken, das ist kein Problem, aber nicht im Hörsaal. Im Hörsaal geht das nicht, aber in der Klasse geht das schon. Gut, man kann da so einen Knaller steigen lassen, das ist dann kein Problem, aber man muss sich dann darüber im Klaren sein, dass man sie dann wieder einfangen muss. Aber meine Erfahrungen sind in der Hinsicht eigentlich immer sehr gut, also wenn man Humor hat und das gut nehmen kann. (I1; Zeile 59; 61-70)

				<p>Emotionale Reaktionen der Schüler*innen (Erfahrungen am Darwintag) beim Thema Stuhltransplantation. Thema mit Humor nehmen und riskant im Unterricht zu diskutieren aufgrund Gefahr, dass sie nicht mehr mitmachen.</p>	<p>Reaktionen der Schüler*innen (und zu den Erfahrungen am Darwintag) beim Thema Stuhltransplantation sind sehr emotional. Sollte laut der Person das Thema mit Humor nehmen und ist sehr riskant dies im Unterricht zu nehmen, weil die Schüler*innen wahrscheinlich nicht mehr mitmachen würden.</p>	<p>R: Ja, weiß ich nicht [ob es anders wäre nicht das Beispiel mit dem menschlichen Darm zu nehmen, sondern den eines anderen Modellorganismus wie den Darm einer Maus, damit es nicht]. Ich würde die Fäkalhumorkarte nicht ziehen wollen. Also das geht echt nach hinten los. Die Assoziation ist halt da und du wirst überall das Grinsen haben und erstmal läuft nix, wenn du es im Unterricht machst. Wenn du es im Vorlesungssaal machst, so wie bei diesem Vortrag, man hat sich nur das Bild vorgestellt, aber der Vortrag war gestorben. Die Leute waren alle: „Oha“ L. erinnerst du dich daran? Er hat die Wurst im Mixer gezeigt und alle (nimmt Hand vor den Mund) waren total fertig und dann die nächsten 5 Min. hat er den Hörsaal nicht mehr ruhig bekommen. Und solche Fehler würde ich vermeiden. Ich würde es nicht ansprechen. Ich hab neulich auch so einen Transplantationsfilm gesehen, da hat doch tatsächlich einer auf Tellern die ganzen Würstchen vor sich auf einem Fließband laufen lassen. Das war von hinten zu sehen. Ich denk mir: „Was macht der denn?“ Das war nur reine Effekthascherei. Guckte sich das an und war völlig unberührt. Also sowas kann man mit Schülern nicht machen. Zumindest mit Sekundarstufe 1 Schülern. Also Sekundarstufe 2 auch nicht. Das geht nach hinten los. Aber das ist ja nur so ein Nebenaspekt, das will ich gar nicht weiter ausreizen wollen. (I1; Zeile 142-155)</p>
		<p>Scham durch Bakterienthemmen</p>	<p>„Sex sells“ als interessantes Thema für die Schüler*innen</p>	<p>Spannend auch für Schüler*innen Austausch vom genetischen Material bei Bakterien zu sehen und Schnelligkeit der Vermehrungsraten. "Sex sells" auch in der Schule.</p>	<p>Spannend für Schüler*innen wie Bakterien genetisches Material austauschen, Sex haben, und wie schnell das mit den Vermehrungsraten geht. "Sex sells" auch in der Schule.</p>	<p>Aber dieser Zusammenhang. Dieser abgefahrene Geschichte wie Bakterien da gerade, wie heißt das jetzt gerade da, sex pilli, genetisches Material austeilen und so. Das ist schon abgefahren für die Schüler, wie die Sex haben. 'Sex sells', auch in der Schule. Was da denn halt abgeht, wenn da nur so ein Stückchen darüber kommt und dann der Rest. Und diese Vermehrungsraten. Wie schnell das halt funktioniert und jetzt allgemein [zum] Bakterium. (I2, Zeile 137-140)</p>

Anhang L: Interviews der Lehrkräfte (Studie 3)

Interview mit Lehrer*in 1 (L1) – Transkript

(Begrüßung sowie Einführung)

L1: Wie werden heute Studenten darauf vorbereitet, so eine Offenheit zu haben? Muss man da selber Erfahrungen gemacht haben? Vielleicht.

I: Also ich habe das Gefühl, dass dieses interdisziplinäre Arbeiten, dieses wirklich Zusammendenken. Das ist in der Forschung ganz etabliert. Aber in der Lehre zum Beispiel habe ich immer noch das Gefühl, dass da jeder seine eigenen Sachen macht. Also dass man auch wieder da irgendwie schaut, dass man Studenten möglichst Lehre ist zweitrangig. Man versucht mit den Studenten da den Einblicke zu geben, aber jetzt auch nicht irgendwie. Nicht, dass das zu viel Zeit in Anspruch nimmt und das ist halt total schade. Ja.

L1: Eigentlich ja klar nimmt das Zeit in Anspruch, aber man profitiert ja unheimlich davon. Das was ich immer den Schülern gesagt habe, ist ich habe denen dann gesagt: "Klar wenn ich im IT- Bereich fit bin ich, aber auch noch mehr Ahnung habe im Bereich Biologie und der Chemie oder oder. Dann bin ich natürlich dort. Ich habe gesagt, da muss ich dann kein Fachmann sein. Fachmann bin ich IT-Bereich. Aber ich muss auch die Offenheit haben für diese anderen Bereiche und so Grundkenntnisse haben.

I: Ja, genau. Und ich merke auch immer viel, dass die Leute auch von der anderen Seite kommen. Das sie Biologie studiert haben und sich dann rein fuchsen in die Informatik. Also beide Seiten merke ich, dass das auch gut funktioniert, sowohl von der fachlichen Seite, dass man dann erst mal so ein bisschen Interesse weckt und dann immer mehr rein möchte, rein zoomen möchte. Oder auch Informatiker, die dann auch einfach gute Jobchancen haben und die sich da irgendwie auch mit einbringen. Ja, beides.

L1: Aber solche Anlagen oder solche (interdisziplinären) Ideen. Finde ich, das muss man relativ früh auch schon in der Schule ansprechen. Und je früher man dazu Kontakt hatte, Ich glaube, das ist so ein Mosaiksteinchen, was mir dann später auch weiterhelfen kann.

I: Ja, das stimmt.

L1: Also das sind die interessanten Geschichten.

I: Ja, das ist doch mal gut zu hören. Das freut mich sehr, dass das auch so ankommt, weil ich ja auch gerade noch in der Forschung auch vor mich hindenke und denke mir das ist doch interessant. Aber das mal vom Lehrer zu hören, das ist schön.

L1: Also ich meine, da muss ich mich kritisieren. Manchmal sind die Lehrer zu sehr in ihrem Fach verwurzelt. Also ich kenne zu viele Biologielehrer, die da mit Scheuklappen vorgehen. Und das ist ein bisschen schade, wo ich denke, also im Bereich der Lehrerbildung noch mehr rein. In die Richtung wieder stärker vorgehen. Also für mich ist es interessant, weil ich habe das damals so erlebt. Aber ich bin natürlich losgegangen mit Mathe und Chemie und war dann überrascht, was wir alles in Biologie und in Physik tun mussten.

I: Ja.

L1: Und ich fand es jetzt spannend, weil ich das eigentlich so erlebt habe, dass bei mir früher diese Offenheit und dieses Schauen, was ich links und rechts gefordert wurde und meiner Meinung nach und Jahre später hat man da eigentlich Rückschritte gemacht und man ist viel zu sehr ganz eingleisig gefahren. Ja, und jetzt kommt es wieder langsam.

I: Ja eigentlich wünschenswert.

40 I: Ja, ich habe auch das Gefühl, dass so, dass man sich ganz doll darauf besinnt manchmal, dass man sagt Ich bin ja Biologe, ich habe mit Mathe nichts zu tun. Also solche Sachen hört man dann und man denkt sich Ja, aber du gibst den ja auch gar keine Chance. Und ich meine es also ist auch nur eine Facette von Biologie, dass man natürlich auch Mathe da mit drin hat. Aber das ja merke ich auch manchmal, dass das auf Ablehnung stößt.

L1: Gut. Ich habe jetzt die Lehrerhandreichung.

45 I: Genau.

L1: Ich habe jetzt gedacht, ich schaue, also in meine ich habe zum einen fachlich mal zum Beispiel noch eine Frage. Ja, ich habe ein bisschen geschaut. Aber auch Formulierungsdinge. War es richtig?

50 I: Ja gerne. Also jegliches Feedback. Ich wollte sowohl wissen, ob so eine leere Handreichung, ob das mal sinnvoll ist. Weil das ist ja so meine Arbeit, um zu zeigen, wieso habe ich das gemacht? Und um Lehrern zu zeigen, so, das könnte man noch da integrieren, das ist der Hintergrund dazu und zum Unterrichtsmaterial auch immer sehr gerne Feedback.

55 L1: Also ich habe gedacht das ist sehr, sehr gut. Vor allem auch für Lehrer, die jetzt da vielleicht nicht direkt was damit anfangen können so als Einstieg. Also prinzipiell ist es hervorragend. Ja, ich hätte jetzt zum Beispiel gesagt vielleicht sind es in Ihren Augen Kleinigkeiten? Ich weiß es nicht, aber der erste Satz möchte Ihnen wertvolle Hinweise. Ich hätte gesagt zur Durchführung. Und dann ist unten ein Geben zu viel.

I: Ja..

L1: Wen es nicht stört, würde ich gerne solche Sachen sagen.

I: Ja, gerne.

60 L1: Es ist nichts Dramatisches. Können wir immer noch machen wie man will. Und dann habe ich gedacht, bei den Zielen hätte ich das verkürzt. Es ist schon an manchen Sachen sehr ausführlich und ich habe gedacht, wenn es zu viel zum Lesen ist, solche Sachen. Wird manchmal auch schwierig. Und ich hätte jetzt gesagt der erste Punkt verkürzen "einfach neue Einblicke in das Forschungsfeld" in das. Ja, genau. Also ich würde einfach bei der Forschung aufhören. Das hintere weglassen und unten ergänzen:
65 Übergeordnetes Ziel ist es betont in Forschung heute. Und sie innerhalb ihrer Struktur. Und sonst hätte ich die erste Seite so gelassen.

I: Und ich habe mich gefragt: Ist es vielleicht noch mal sinnvoll, dass man auf der ersten Seite auch sagt, wie das mit dem Curriculum zusammenhängt? Also was gibt es da für Überschneidungen? Ist das für Lehrkräfte auch immer ein ganz guter Hinweis oder braucht es das gar nicht?

70 L1: Hätte ich jetzt nicht unbedingt gemacht. Ja. Dann auf der nächsten Seite. Da habe ich mich geschwind gefragt. Also ich hätte da was zum Fachinhalt, also so von der Anordnung her finde ich das gut.

I: Ja.

75 L1: Ich finde es auch gut. Dass ich mir das direkt anschauen kann. Also die Filmchen. Das fand ich sehr gut und man hätte jetzt also ich habe festgestellt, manche Sätze sind einfach unheimlich lang.

I: Ja, genau. Ja, das ist mir auch aufgefallen, dass es denn stört. Stören eher, dass man es kurz kürzer hält. Kurz und knackig?

80 **L1:** Ja, und zwar? Habe ich oben, also hätte ich schon beim ersten Satz "Der Darwintag ermöglicht jedes Jahr Einblicke in moderne Forschung. Da hätte ich fast sogar einen Punkt gemacht. Und dann geht es ja weiter bei der in den letzten Jahren ein Thema..genau. Und da hätte ich einen Punkt gemacht und praktisch einen neuen Satz gemacht. Zum Beispiel hier finden Sie mit der Vorstellung von [Name einer Wissenschaftlerin]. Bei dem in den letzten Jahren ein Thema immer wieder vorkam. Also das ich irgendwie bisschen holprig. Ich hätte einen Punkt gemacht und vielleicht gesagt. Einen neuen Satz hätte ich praktisch angefangen.

85 **I:** Okay.

L1: Da ist auch wieder viel, viel Info drin...

I: ...die man gar nicht so braucht in dem Moment?

L1: Ja.

90 **L1:** Vielleicht sogar direkt die Metaorganismus-Forschung ist im Sonderforschungsbereich an der Universität Kiel angesiedelt, oder so. Und dann habe ich unten einen Hinweis zur vorgestellten Metaorganismus-Forscherin: Und mir war ganz klar, was gesagt werden soll statt der Einführung abstrakter Forscherinnen. Und ich hätte das direkter gemacht: Hier finden Sie mit der Vorstellung von Frau Dr. .. einen aktuellen Beitrag. Und hätte dann praktisch das andere so ein bisschen dran gehängt. Und auch unten. Die Vorträge wurden außerdem aufgezeichnet. Ich hätte einfach geschrieben: Hier finden Sie
95 die Vorträge Doppelpunkt.

I: Ja, das ist noch mal gut zu wissen, weil in der Wissenschaft hat man ja immer so ein bisschen umschweifend und anders und so einfach, dass man ein bisschen direkter ist.

100 **L1:** Also mir ist es sonnenklar. Ich sag jetzt einfach Dinge, die mir aufgefallen sind. Das ist jetzt keine Kritik am eigentlich, sondern beim Tipp würde ich jetzt auch nicht schreiben: Übrigens eignen.. Sondern. Dann würde ich sagen: Ebenso gut eignen sich auch die weiteren Vorträge oder die anderen Vorträge, die am Darwintag gehalten wurden.

I: Ja.

L1: Das ich das in den Unterricht integrieren kann, ist nicht notwendig.

105 **I:** Verstehe. Ist es mit dem didaktischen Anmerkung zu diesem Kreis hier dem Modell. Ist das hilfreich oder?

110 **L1:** Ich finde schon. Also vor allem für jemanden, der sich jetzt nicht unbedingt da so tief in der Materie drin ist. Hätte ich gesagt, das hilft. Ich habe mich mit einem Begriff gefragt. Beim einem mittleren Kreis. Da steht ein Kooperationspartner. Und meint soziale Werte wie Ehrlichkeit beim Forschen. Da bin ich ein bisher drüber gestolpert. Ich weiß, was damit gemeint ist. Und ich habe mich gefragt. Aber ich weiß jetzt nicht, ob es das besser trifft: Ob da Verantwortung besser wäre. Ich habe keine Ahnung. Ich bin einfach ein bisschen drüber gestolpert.

I: Ja, ich glaube, Ehrlichkeit ist vielleicht das ist ein auf die falsche Fährte bringt, weil sonst denkt man, dass alle Forscher*innen unehrlich sind. Das ist ja überhaupt nicht wahr, sondern dass man einfach. Das heißt eigentlich nur, dass man auch immer genau das halt auch macht und nicht verschönigt.

115 **L1:** Was von der Ethik her zugelassen ist zum Beispiel oder dass ich mich an die Regeln halte und alles. Und da habe ich mir lange überlegt und dann habe also ich habe gedacht, ob es für mich eher Verantwortung wäre.

120 I: Ja, das ist noch mal ein guter Tipp. Das nehme ich doch gerne mit auf. Ja super. Ja, ist es. Wie ist es bei der nächsten Seite? Da habe ich das in klein gemacht. Und dann einfach immer verschiedene Sachen hier so Tipps oder Hintergrundwissen dazu.

L1: Ja, und da habe ich mich gefragt. Da steht auf der letzten Seite Seite sechs, da habe ich keine Seite sechs bekommen.

I: Nein, das ist Seite 4. Das stimmt.

125 L1: Aber da ist ein kleiner Schreibfehler auf der Seite, basierend auf dem ersten Abschnitt. Mit Ihren Zielen und Methoden. Fehlt das n, aber das ist bloß eine Kleinigkeit. Und dann. Ich fand es gut rechts: Hintergrund zur Interdisziplinarität, dass ist auch wieder so schwierig zu formulieren, aber ich fand es richtig gut, also mit dem Lösungsansatz und Designintention. Also fand ich gut.

I: Schön.

130 L1: Und dann habe ich mir oben bei der Mind-Map noch Gedanken gemacht. Das ist so unterschiedlich, wie die Klassen da reagieren oder die Schüler. Mir hat einmal ein Schüler in der Oberstufe gesagt: Ach Mensch, ich wüsste schon was: Wenn die Lehrer kommen und Fragen stellen. Immer gleich so viele Fragen. Wenn der zuerst einmal anfangen würde und was sagen würde, dann wüsste ich: Wo kann ich praktisch anknüpfen? Was weiß ich schon? Und dann wird es mir leichter fallen. Und da hab ich mir überlegt, ob man da auf der Mind-Map vielleicht ein, zwei Beispiele angeben könnte, das die schneller da in die Gänge kommen.

135 I: Ja, genau, das stimmt. Meine Intention dahinter war, dass man sich das Material anguckt, dass man die Videos hat und dass man denkt: Ach, moderne Forschung ist ja eigentlich viel mehr, als ich anfangs so dachte.

L1: Ja, dann ist es okay. Und ich habe gedacht, dieses Blatt ist praktisch, bevor ich mich informiere.

140 I: Ja, also das war so ein bisschen. Ich dachte mir, dass die dann, bevor sie sich informieren, dass sie das das erste Mal machen. Und nachdem Sie dann alles durchgegangen sind, dass sie sich das nochmal angucken und dass sie dann halt gucken, würde ich da noch mal was verändern oder was ergänzen. Das war so meine Idee.

145 L1: Na ja richtig. Und die Schwierigkeit, also das hinterher zu machen, ist natürlich einfacher. Da brauch ihr auch keine Hinweise. So im ersten Moment bin ich noch gar nicht damit beschäftigt habe, und ich solle da so ein *Mind-Map* erstellen, ist für manche gar nicht so einfach. Da in die Gänge zu kommen. Da gibt es natürlich fitte Schüler, die schon Vorinformationen haben. Die legen los und und andere nicht. Vielleicht könnte man das praktisch staffeln. Das man einen Tipp gibt: Wenn ich fitte Schüler habe, die können es frei ausfüllen und für andere, die sich da eher schwertun. Vielleicht ein paar Tipps?

150 I: Ja, das ist gut.

L1: Und ansonsten fand ich das gut mit. Mit der Erklärung, also kommt man dann hinein.

I: Ist das vielleicht auch ein bisschen zu ausführlich. Oder geht das noch? Würden sich Lehrkräfte das alles noch durchlesen? Ich habe mir gedacht, man kann sich auch aussuchen, was man dabei haben möchte und was nicht.

155 L1: Also genau, das fand ich. Das ist in Ordnung. Bei mir ist dann das nächste Blatt. Ja, genau, da habe ich rechts oben auch immer ein Wissenschafts-Bingo. Gut, da ist es erklärt. Aber das ist jetzt etwas, was ich als Lehrer durchlesen kann. Jemand, der keine Erfahrung hat, der macht es dann vielleicht, dann liest sich das durch, finde ich gut. Und auch die Idee von Wissenschaft-Bingo zu machen. Finde ich nett, das ist ja mal was Anderes.

160 I: Schön.

L1: Und die Achtungsgeschichten, die sind auch gut, dass man das im Blick hat. Bei der Aufgabe 2/3 unten, da habe ich mir dazu geschrieben. Das ist eine ganz wichtige Geschichte, habe ich jetzt gedacht. Jetzt einfach als Rückmeldung. (Vorlesen der Aufgabe 2-3). Das ist eine ganz wichtige Geschichte, was bei den GFS, die man halt als Schüler halten muss und auch bei anderen Vorträgen Feedback geben muss. Dass das eine ganz wichtige Geschichte ist. Richtig Verbesserungsvorschläge zu machen, also ich wollte das einfach nochmal bestätigen. Dass das eine ganz wichtige Geschichte aus dem Unterricht und das da auch um diese Höflichkeitsgeschichten geht, fand ich sehr gut.

I: Sehr gut, ich habe nämlich selber gedacht, wie sind den Schüler, wenn sie erstmal anonym was sagen können und dann versuchen ja manche auch loszulegen und das ist ja gar nicht das Ziel, sondern sie sollen ja eigentlich nur mal so ein Prozess miterleben.

L1: Genau, fand ich eine tolle Sache, dass das da eben auch vorkommt. Dann eine Kleinigkeit, linke Seite. Also oben die Schülerfragen, da habe ich nichts. Unten Hintergrundinformationen warum dieser Prozess (3. Z.) "ihre Erkenntnisse im Hinblick auf die Wandelbarkeit". Und da habe ich mich, das kommt unten nochmal vor, im Hinblick. Und da habe ich mich schwer getan mit der Formulierung. Da habe ich mir dazu geschrieben: Die Formulierung ist schwierig! Im Hinblick auf die Wandelbarkeit oder den Wert des Vertrauens einzuordnen. Da habe ich mir überlegt, also ich mit meinem Hintergrund, mir war das immer ein ganz großes Anliegen oder mir ist auch ein großes Anliegen da die Geschichte einzubinden. Und da spielt es überhaupt keine Rolle. Da kann ich sehr viele herausgreifen und wenn es der Atombau ist. Wie hat sich der Begriff im Laufe der Zeit entwickelt. Und da kann man herausarbeiten, die Sichtweise im Moment, die muss ich ja immer sehen, wie weit waren da die Hilfsmittel der Forscher damals. Und ihre Beobachtungen, was hatten die vielleicht, ein Fernrohr oder ein einfaches Mikroskop oder so. Also dieser Zusammenhang und wie ist dann diese Theorie entstanden. Grad beim Atombau auch mit dem Rutherford, der die Meinung seines Schülers (nicht vertrat).

I: (Kurze Unterbrechung durch Internetprobleme). Es tut mir total Leid mit der schlechten Internetverbindung.

L1: Ist überhaupt kein Problem. Ich habe gesagt, ich tue mich schwer mit der Formulierung. Da geht es drum das zu betonen "Heute wissen wir", dass kann morgen anders sein. Da habe ich mich etwas schwer getan mit dem Satz "Im Hinblick auf die Wandelbarkeit und den Wert des Vertrauens", also mit der Formulierung habe ich mich sehr schwer getan, muss ich sagen. Das müsste ich mir auch nochmal in Ruhe überlegen. Ich habe mir dazu geschrieben so als Merkmal. Das zu bedenken "heute wissen wir" und argumentieren mit Morgen kann es anders sein, wenn wir neue Erkenntnisse haben. Das ist ja damit gemeint. Also das fand ich von der Formulierung noch nicht glücklich.

I: Also da schaue ich doch gern nochmal nach. Damit wäre das fertig.

L1: Super.

I: Ist denn noch was bei den Unterrichtsmaterialien generell aufgefallen oder kann man das ganz gut einsetzen mit einer Bertsufenklasse? Ich wollte da nochmal...

L1: Da sind mir auch ein paar Sachen aufgefallen.

I: Okay, dann kann ich das doch gleich mal hochladen.

L1: Das sind jetzt eher so Formulierungsgeschichten. Ich hätte den ersten Satz gelassen, dann geht es weiter "dabei vereint alle diese Frage..." Ich hätte gesagt "das besondere an allen Themen oder Vorträgen je nachdem." An diesem Tag sind die aktuellen Fragestellungen und bis heute teilweise ungelösten Probleme aus der naturwissenschaftlichen Forschung.

I: Okay, super.

205 **L1:** Ich habe überlegt, bringt es die Schüler auf die richtige Schiene, wenn man fragt: Was sind deiner Meinung nach Bestandteile von biologischer Forschung oder die Themen?

I: Ja, das ist die Frage. Ob man das thematisch macht. Ich dachte das wäre vielleicht auch (spannend), das man mehr so sagt: Wie arbeiten die? Was gibt es da für (Prozesse)? Also allgemein das man es ganz weit fasst, weil ich ja dachte das sie da ganz viel auch von mitnehmen bei den Vorträgen.

210 **L1:** Ja, ich bin an dem hängen geblieben. Ich habe gedacht, ne, Themen sind es eigentlich nicht. Sondern eher was gehört alles zur Biologie oder zur biologischen dazu? Oder was zeichnet biologische Forschung aus? Wäre vielleicht eine leichtere Formulierung, um da hineinzukommen.

I: Das ist nochmal ein guter Tipp, werde ich nochmal nachschauen. Dann ist natürlich viel Text auf den anderen Blättern. Ich habe mich gefragt, ob das vielleicht zu viel Text ist oder noch in Ordnung ist?

215 **L1:** Also ich habe ganz viel gemalt. Ich habe nämlich probiert das in Diagramme zu bringen. War eine ganz interessante Geschichte, ich kam da plötzlich drauf. Also auf dem ersten Blatt: Einblicke. Ich meine wenn man sich das farbig macht, kriegt man ganz schön heraus, die Punkte, die da gemeint sind und dies ist sehr gut und mir ist jetzt Folgendes aufgefallen und "...und nutze dafür Austernkrankheiten". Austernkrankheiten oder Austernerkrankungen? Wusste ich jetzt nicht genau von der Formulierung her und dann habe ich mich gefragt im ersten Abschnitt: Und zwar rechte Seite, ich weiß auch nicht, 220 bin ich gestern plötzlich drüber gestolpert: "Trägt eine Austernlarve den Krankheitserreger in sich, wird dieser mit der Meeresströmung weiter verbreitet" Und zwar bin ich über Folgendes gestolpert: Was wird jetzt weiter getragen? Die Larve oder der isolierte Krankheitserreger?

I: Achso, die Larve mit dem Krankheitserreger. Das sollte ich vielleicht nochmal genauer sagen.

225 **L1:** Ja, das habe ich mich nämlich gefragt. Das geht so ein bisschen hin und her. Ist mir auch im Text aufgefallen. "Wenn ich eine Wasserprobe entnehme, dann.." Ich untersuche da die Austernlarven und stele da die Krankheitserreger fest. Zum Beispiel zwei Wasserproben von zwei verschiedenen Buchten. Ich untersuche ja die Austernlarven und stele da die Krankheitserreger fest. Und sehe ich das richtig, dass es darum geht, diese Partikel, die unten erwähnt werden, ich finde das ganz toll, aber die Partikel sind eigentlich, weil unten steht dann ja die Partikelkrankheitserreger. Eigentlich sind die Partikel die 230 Austernlarven oder nicht?

I: Ja genau.

L1: Das war für mich dann irgendwo etwas verwirrend.

I: Ja stimmt, das kann ich verstehen. Das mache gern nochmal deutlicher.

235 **L1:** Da habe ich mir hingeschrieben. Wer strömt weiter? Gneau, ich hätte zu den da nochmal was und zwar ich finde den ersten Satz etwas hoplrig "Eine Wissenschaftlerin, die am Darwintag vorträgt." Das fand ich gestern ungeschickt. Meine persönliche Meinung. Ich hätte unter Umständen ditrekt mit dem Namen angefangen. Lara Schmittmann, eine wissenschaftliche Mitarbeiterin am GEOMAR halt/hielt am Darwintag einen Vortrag. Oder andersherum wenn ich mit dem Vortrag anfangen: Ein Vortrag am Darwintag wird von ihr gehalten. Aber ich hätte es unter Umständen sogar direkt gemacht. 240 Und dann hätte ich vielleicht gesagt: Und gibt heute Einblicke in ihr Forschungsprojekt. Und ich hätte jetzt einen neuen Satz gemacht: Zum Beispiel...und ihr könnt ihr heute über die Schultern schauen oder ihr könnt ihr heute bei ihrem Forschungsprojekt teilhaben/zuschauen oder Einblicke bekommen. Irrendwie so. Ich hätte da so zwei Sätze direkter draus gemacht.

I: Ja, das ist nochmal ein gutter Tipp, dass einfach nochmal direkter zu machen.

245 **L1:** Im Moment habe ich gedacht, Ui, viel Text. Aber das, was drin steht, sind alles wichtige Punkte.

I: Ja, genau.

L1: Und deshalb habe ich gedacht. Das ist wirklich ein Platz, wo man sich mit Farbe die Sachen markieren muss, dass man eben den Faden hat.

250 I: Sollte ich das vielleicht noch mal in die Aufgabenstellung schreiben, dass man sich da mit verschiedenen Farben unterstreicht?

L1: Ja. Ich meine, was gut fand, diese Kästchen wo steht Personen, Zusammenarbeit, gesellschaftliche Einflüsse und also diese Rahmenbedingungen. Dass das dann noch mal drin stand, das fand sie ganz gut. Und. Dann habe ich auf der nächsten Seite genauer unten wo die Chancen sind. Genau da haben ich mir zum Beispiel markiert „Schnittstelle von Meer und Mensch erforschen“. Ich weiß nicht, ob man
255 solche Sachen eventuell soll man sie kursiv hervorheben? Das wäre so die andere Möglichkeit? Moment, da muss ich mal schnell gucken, was ich mir da geschrieben haben. Und dann kam da die Frage, woher das Geld kommt. Das fand ich sehr gut.

I: Ach schön. Ich dachte nämlich, dass Schüler das auch häufig gar nicht wissen, wie eigentlich Forschung finanziert wird.

260 L1: Das hat mir auch sehr beeindruckt bei dem Ganzen. Also das alles dabei ist zum einen die interdisziplinäre Arbeit, dass es ein Thema ist, was uns alle betrifft, obwohl es einem im ersten Moment gar nicht so vorkommt. Und dann eben die Forschung auf die Frage: Woher kommt das Geld? (Pause) Ich habe Folgendes probiert. Aus dem hinteren Teil, also, diese Frage: Wie Entstehen und Funktionieren von Metaorganismen? Ja, das ist die Geschichte. Dies in die Mitte gestellt. Und dann habe ich so ein
265 Bilick auf das übergeordnete Forschungsziel. Und dann habe ich probiert, was wirkt da alles? Also das habe ich zum Beispiel als Mind-Map probiert. Und da habe ich da unten so die Sachen drin, den Ozeanograph und auf der anderen Seite die Meeresbiologin. Und im Ozeanograph, die Modelle, die Rechnungen. Ich kannte so nur mal einscannen vielleicht oder so. Wenn das helfen würde.

I: Ja, total gerne. Vielleicht ist es dann auch da vielleicht besser, dass man da das Mind-Map dann
270 macht auf der Grundlage des Textes? Wenn da schon so eine Idee kam. Oder ist es vielleicht besser erst mal die...

L1: Genau Und ich habe praktisch unten eben die zwei, die Meeresbiologin und den Ozeanograph. Das habe ich aus dem Text raus. Ja, und dann habe ich oben alle anderen Sachen, die da eben auch eine Rolle spielen. Und in der Mitte so quasi das Thema

275 I: Ja, okay.

L1: Also, das ist mir plötzlich so spontan gekommen. Und dann habe ich nämlich noch mal was gemacht. Zum Fokus auf die Rahmenbedingungen. Da habe ich angefangen mit der Uni Kiel. Und viele Pfeile, da brauche ich gar nix hinschreiben. Und ein Pfeil geht da weiter. Und von dem Ganzen dann geht wieder ein Pfeil weiter. Das ist bestimmt nicht vollständig oder optimal hin, aber es war einfach
280 so ne Sache, das vielleicht noch mal zu visualisieren. Das was da im Text steht.

I: Okay und dass die Schüler das selber machen sollen oder dass ich das den auch noch mal so ein bisschen vorgebe? Ich war mir nicht sicher, ob es vielleicht für manche Lehrer gut wäre. Ja. Vielleicht wäre das ja auch was, was man noch gut in die Lehrerhandreichung vielleicht geben könnte?

285 L1: Ja, ja und dann ist er mich dem Lehrer selber überlassen. Macht er da einen Arbeitsplatz? Ja. Oder gibt er die Informationen weiter? Also das würde ich da praktisch so (einfügen).

I: Ach super, das ist eine ganz tolle Idee. Ich würde mich sehr freuen, wenn du mir das noch mal zukommen lassen würdest.

- 290 **L1:** Ja mache ich. Und dann haben wir als nächstes. Das Wissenschafts-BINGO können wir überbringen, das habe ich gar nichts. Genau das überspringen und dann den Dialog.
- I:** Der Dialog, den Dialog können wir auch gerne. Ja, da bin ich auch gespannt. Wie fandest du denn da die Idee? Das sind halt Schülerfragen gewesen....
- L1:** Die Idee fand sie super. Ja, und ich habe die Schwierigkeiten gemerkt, dies zu formulieren und dies zusammen zu stellen. Oder ist es dir leicht gefallen?
- 295 **I:** Nein, ich fand es auch nicht so leicht. Ich musste ein bisschen hin und her überlegen, dass das jetzt auch ein Dialog ist und so? Ja, ich habe versucht, da ein bisschen mehr zu gucken, dass es zusammenpasst. Aber ja, dass es natürlich auch auffällt, war nicht so meine Intention.
- L1** Ich habe gedacht, uii, also wie gesagt, die Idee fand ich gut. Und dann habe ich gedacht "Ja, es ist einfach nicht leicht". Ein kleiner Schreibfehler bei dem, was die Eva sagt, dass. Und nicht da. Und dann bei dem Achmed, dass du dir Zeit nimmst und dann ist mir aufgefallen. Weil ich dachte: Wo ist denn jetzt die zweite Frage? Die Lara antwortet dann zur ersten Frage und ich habe nur eine Frage gefunden.
- 300 **I:** Ach so, ja.
- L1:** Oder ist es anders gemeint? Da war er der Erste, der gefragt hat?
- I:** Nein, ich glaube, das habe ich einfach irgendwie dann gar nicht richtig dargestellt.
- 305 **L1:** Ja, ich meine, das sind so Sachen, die passieren, wenn man da drin ist und sich das hin und her überlegt, das geht mir genau gleich. Da sehe ich immoment nicht mehr, was da so Sache ist. (Murmeln)...wie war das "Ursachen zu erforschen und nicht nur zu beobachten". Also da steckt wahnsinnig viel drin.
- I:** Bei den Fragen?
- 310 **L1:** In dieser ersten Antwort. (Vorlesen des Textes) "Biologische Forschung entwickelt sich so schnell. Und durch computergestützte aus der Genetik und Modellierung gibt es immer neue Möglichkeiten."
- I:** Sind das vielleicht auch zu viele Informationen? Soll ich das vielleicht ein bisschen kürzen für die Schüler, oder?
- L1:** Wofür neue Möglichkeiten? Habe ich mich da gefragt. Also durch diese ganzen Geschichten...(längere Pause) Ich würde sagen, Grundlagenforschung baut aufeinander auf. Ja. Also da habe, da habe ich einfach auch noch ein Problem mit der Formulierung irgendwo. Wenn ich das andere schicke, dann fällt mir vielleicht da noch etwas ein. Also ich fand sie von der Formulierung her sehr schwierig. Ich weiß ganz genau, was ausgedrückt werden soll. Das so knackiger auf dem Punkt zu bringen, nicht einfach. Das, was die Eva sagt, ist wieder in Ordnung. Und jetzt "wissenschaftliche Erkenntnisse", Sind im gewissen Maße wandelbar". Ja, schwierig.
- 320 **I:** Ja. Ich will damit nur zeigen. Ich wollte damit sagen, dass dieses schwarz-weiß-Denken. Also Schüler wollen ja immer wissen. Das ist so, oder? Das kriegen sie so, dass man das ein bisschen aufbricht. Das wollte ich damit erreichen.
- L1:** Vielleicht eher "können sich verändern" Verändern. Werden den momentanen Erkenntnissen angepasst."
- 325 **I:** Ja, das macht es eindeutiger.
- L1:** Und da wird sie dann ruhig sagen da kommt die Evolutionstheorie nach Darwin. Man könnte auch so sagen: Auch die Evolutionstheorie nach Darwin war ein Anfang und wurde in der Zwischenzeit oder

330 daraus ergaben sich weitere Forschungsfragen, was zu einer Weiterentwicklung geführt hat. Also da wurde ich das irgendwie so hineinbringen.

I: Ja, super. Das nehme ich gerne auf.

L1: Und ich würde noch unten. Was ist dir bei Forschung besonders wichtig zu vermitteln? Ich habe mir als Stichwort auch noch aufgeschrieben, so ein Begriff, experimentell gesichertes Wissen. Warum? Weil da oben steht "Dadurch entsteht gesichertes Wissen".

335 I: Das man eher sagt experimentell?

L1: Ja, also wenn man den Satz drin haben möchte.

I: Ja, super. Das macht es vielleicht eindeutiger.

340 L1: Und dann habe ich mir überlegt: Mich würde persönlich noch interessieren, was? Habe ich mir fast überlegt einfach zu sagen. Ich weiß nicht, warum sie den Vortrag hält für die Schüler oder so aber was mir dabei wichtig ist, dass sie mit uns (also aus Schülersicht) ins Gespräch kommt.

I: So die eigene Motivation, dass man das vielleicht nochmal den Schülern deutlich macht.

345 L1: Und ich würde es besser finden, die Formulierung wichtig zu vermitteln. So würde ein Schüler glaube ich nicht fragen. Aber ich weiß natürlich wieder was gemeint und welche Intention dahinter steckt. Aber ich habe gedacht, ein Schüler fragt so nicht. Ich habe gedacht, ein Schüler wird wahrscheinlich einfach fragen: Warum stehst du heute hier? Also, eher auf die Art.

I: Ja, das ist doch nochmal gut zu wissen.

L1: Und dann in der Antwort fand ich wieder sehr gut. Dieser jetzt-Zustand, in Hinblick auf den Kontext, die Puzzlestücke, die zusammengeführt werden müssen. Das fand ich alles sehr gut. Genau das, wären so die Punkte, die mir zum Dialog aufgefallen sind.

350 I: Und dann haben wir noch den Peer Review Prozess.

355 L1: Und das fand ich sehr gut. Und da fand er auch sehr gut den Hinweis, dass Qualität von wissenschaftlichen Veröffentlichungen möglichst hochgehalten werden soll. Also im Grunde genommen steckt da für mich auch drin, dass man sich dann darauf verlassen kann. Das fand ich sehr gut. Ich habe zuerst eine Weile gebraucht mit diesen Bildchen. Ja, wie dieses blind Verfahren sind. Mir war es klar, was gemeint ist. Es ist nicht ganz einfach für Schüler zu verstehen, aber ich finde es gut, dass es dabei ist.

I: Okay, das habe ich mich nämlich auch gefragt, weil ich als Schüler hatte das ganz gut gefunden, dass man auch da mal Einblicke hat und dann weiß man von diesen Artikeln, aber dass da auch ganz viel Arbeit drinsteckt, auch schon in dem Prozess dachte ich das...

360 L1: Genau. Und dass das dauert und dauern kann. Also viel Zeit und viel Geduld.

I: Das kann ich ja vielleicht auch noch mal reinschreiben, dass das auch dauert. Manchmal bis zu zum Beispiel zehn Jahre.

365 L1: Irgendwo vielleicht noch ein Hinweis drin. Man braucht in der Forschung viel Zeit und viel Geduld. Und zum Ablauf, das fand ich jetzt sehr gut beschrieben. Und auch dieses Diagramm rechts fand ich sehr gut. Es hilft, also das ist wieder so eine Veranschaulichung, was einfach sehr gut hilft.

I: Super, dann kann ich ja auch noch mal überlegen bei den anderen, ob man da nicht auch noch mal mehr das visualisiert, die Textteile.

L1: Ja. Also ich schicke auf alle Fälle mal diese zwei Bilder und es heißt jetzt nicht, dass das super gut ist oder so. Aber vielleicht eine Idee.

370 **I:** Ich wollte sagen, ich habe das Material vor allem auch gemacht, damit Lehrkräfte irgendwie auch vielleicht das mal einsetzen. Und ich freue mich einfach über jegliche Art und Weise von Feedback, weil ja, ich möchte auch gerne das meine Themen, ja auch dass die in die Schule kommen.

L1: Ja, und ich denke wenn auch so Sachen visualisiert und so. Dann hat man als Lehrer, wenn es doch etwas begrenzter ist. Da kriegt man vielleicht auch eher Lust. Und die anderen, die sich dafür interessieren, die nehmen den Artikel dann sowieso. Ja, also ich finde das ganz toll mit dem Darwintag und die Einblicke. Also super, wirklich toll.

I: Das freut mich sehr. Ja, wie war das denn letztes Jahr? Habt ihr da bei den Videos oder konntet ihr da irgendwie dabei sein oder?

380 **L1:** Ich habe es versucht. Ich werde es nächstes Jahr wieder dranbleiben. Ich habe da tatsächlich bei uns in der Schule ein Problem, dass ich junge Kollegen habe, die hinstellen und sagen "Ich weiß alles" und es hört schon vor dem Tellerrand auf. Und das ist sehr, sehr schade. Und ich habe gesagt ich werde da nächstes Jahr (teilnehmen). Ich habe es Schülern empfohlen. Ja, die ich jetzt auch gut kenne, in 10, die sich auch dafür interessiert haben, und die haben jetzt auch nachträglich dann zu Hause sich das angeschaut. Fanden es wieder sehr spannend. Also, das habe ich geschafft. Ich habe gesagt, ich würde auch in die Schule kommen und die Schüler beaufsichtigen. Also da dran soll es nicht scheitern. Und wie gesagt, dass finde ich gerade ein bisschen schade, dass das abgebrochen ist. Es war eine tolle Sache, als sie das in der Schule immer gemacht habe und die Interessierten da hatte. Ja, es hat natürlich auch jetzt zu meinem Unterricht gepasst, weil ich schon immer sehr viel Wert darauf gelegt habe, nicht nur die Begriffe auswendig lernen und die stehen im Raum, sondern den Bezug zu haben. Und den
385
390 bräuchten wir eigentlich.

I: Ja, das ist so schade....

L1: Ja, da ist noch viel Arbeit. Das glaube ich halt auch an den Seminaren, an der Lehrerbildung selbst. Da kann man auch gut tun.

I: Es ist auch so schade, dass Baden Württemberg einfach so weit weg ist von Schleswig Holstein, weil
395 der Tag selber wir haben das ja dieses Jahr auch im Präsenz gemacht. Das war wieder total toll, weil das für die Schüler ja auch mit der Universität und dann dieses Miteinander und das hat total Spaß gemacht. Ja, aber es freut mich sehr, dass auch die Videos weiter auch genutzt werden und auch angeguckt werden. Also es war ja auch irgendwie unser Ziel, dass man auch mal den Radius erweitert.

L1: Ja, auf alle Fälle. Und es ist halt so, dass wir tatsächlich auch die Schüler hatten, die auch an der
400 Meeresforschung, sage ich jetzt so, interessiert sind und das auch erkennen. Und klar das ist weit weg. Aber das soll einen ja nicht daran hindern. Und da finde ich jetzt Videokonferenzen dann wirklich toll, dass man eigentlich teilhaben kann, obwohl man nicht dort ist. Und wenn man dann die Möglichkeit hat. Ich denke auch als Schüler, wenn ich das mal gesehen habe als Video, dann habe ich auch nicht so die Hemmschwelle, wenn ich mal im Bereich an der Universität bin. Ich finde es trotzdem toll.

405 **I:** Schön. Das freut mich sehr.

L1: Dass das so öffentlich ist. Und eben halt jetzt doch jetzt nicht so nur auf Kiel beschränkt. So das gibt es auch noch. Über den Tellerrand hinaus ist einfach total wichtig.

I: Ganz, ganz wichtig. Ja, auf jeden Fall.

(Ende des Interviews)

Interview Lehrerin 2 (L2) – Transkript

5 **L2:** Das war dann schon irgendwie auch. Sag ich jetzt einfach mal, das was jetzt auch noch so ein bisschen das Problem ist in Anführungsstrichen, wenn man den Darwintag hat. Es ist einfach eine ganz andere Ebene als wie die Schüler das im Unterricht gewohnt sind. Und da sie ja nur diese paar Stunden haben sich darauf einzustellen, das ist schwer für sie. Auf der anderen Seite soll es ja auch dieses hineinschnuppern sein, vielleicht dann wenn ich das studiere. Und dafür muss es dann ja auch dadran sein. Also das haben wir den Schülern dann auch gesagt so nach dem Motto "macht euch bewusst also das ist so wie eine Vorlesung aussieht". Es ist halt kein Unterricht, sondern erstmal wird Wissen in euch hineingepumpt und dann habt ihr später dann die Möglichkeit selbst zu forschen, aber ist eben erst
10 nachdem ihr ja quasi das Wissen aufgenommen habt. Wir sind ja nun. (Irgendwo war doch das Material, Uni Kiel oder wo war das noch?)

I: Achso ich kann das auch kurz zusenden. Ich hatte das auch zugesendet bei der letzten Email, aber ich kann das gerne noch mal schicken.

L2: Ich weiß jetzt nicht welche E-Mail du jetzt hattest..bestimmt die... usw?

15 **I:** Ja, ich glaube schon, warte ich schaue nochmal ganz kurz.

L2: Ja, an die komme ich nur so ganz kompliziert mit einer zwei Faktor Authentifizierung.

I: Ah, okay.

L2: Ja, das nervt immer. Es wäre einmal total super, wenn du mir einmal die Internetadresse mal sagst. Evolutionszentrum Kiel oder wie war das?

20 **I:** Ja. Kiel Evolution Center. Oder Wir können das auch so machen, je nachdem, dass wir auch schriftlich noch mal Feedback gibt. Ich bin nur einfach total gespannt, was Lehrkräfte auch darüber jetzt sagen mit den Ideen. Und wenn man den Darwintag auch schon kennt und so, inwieweit das vielleicht hilft das was ich gemacht das Unterrichtsmaterial.

25 **L2:** Ich finde es tatsächlich gerade nicht. So grundsätzlich, was immer schön ist, dass es immer nur eine Seite ist. Das heißt so quasi schnell darüber lesen. Und das ist sehr oft auch mit dem gedeckt, dass man ja sowieso dann im Vortrag dann gehört hat. Das heißt es war so ein bisschen dann doppelt. Also wenn man das vorher gelesen hatte mit denen, dann hat sich das gedoppelt, wenn man es dann danach gemacht hat, dann war eher noch mal so ein bisschen vertiefend. Und es fehlte für mich immer in Anführungszeichen so ein bisschen diese Problemorientierung. Ja, einfach eine konkrete Frage, die
30 sich vielleicht wie so ein roter Faden durchzieht. Deswegen würde ich tatsächlich immer versuchen vielleicht also für die Professoren als Tipp einmal zu Beginn... wobei das haben auch einige schon mitgemacht. Aber es ist halt immer noch sehr abstrakt gewesen, muss man einfach sagen. Ich vermute, das fällt Ihnen auch etwas schwer, weil Sie lange nicht mehr wissen wo die Schüler jetzt gerade stehen.

I: Ja, auf jeden Fall, ja.

35 **L2:** Und das ist tatsächlich einfach..also für die Schüler ist es tatsächlich so keine Ahnung, wenn ich mit Osmose einsteige, dann nehme ich einfach Gurken und die eine wird gesalzen und die andere nicht. Und dann gleichen wir das ab. Das ist quasi ein ganz normaler Einstieg, aber wo man erstmal bewusst man "Ja okay, und wann packe ich denn jetzt die Salatsauce über den Salat". Aber das sind so kleine Alltagsgeschichten, die Schüler zum Teil nicht mehr drauf haben, weil die zum Teil nicht mehr kochen
40 bzw. Salat machen. Bzw. weil das wirklich nicht mehr der normale Stand ist. Es gibt einfach kein Salat mehr immer zum Mittagessen. Oft wird dann entweder nur abends zusammen gegessen oder gar nicht. Und das merkt man dann schon, weil denen dann so bestimmte Alltagserfahrungen fehlen, die dann vielleicht in unserer Generation noch so Gang und Gebe waren. Ich glaube, das ist so eine Sache,

45 da könnte man vielleicht auch ein bisschen den Schülern entgegenkommen, wenn man einfach so ganz
alltägliche Sachen erklärt so nach dem Motto "wie sind wir denn überhaupt auf diese Frage gekom-
men, warum forschen wir denn überhaupt daran". Also was zum Beispiel sehr, sehr genial war, war
dieser Film zu den Nematoden war das. Also das war zum Beispie auch witzig gemacht und ein bisschen
schon ein bisschen auch albern. Und ich hatte da auch mit einer Kollegin darüber gesprochen, weil ich
50 nämlich auch zuerst dachte so "ich weiß nicht, ob ich diesen Film schon zu komisch oder zu albern
finde." Und sie meinte: "Ne wieso, aber inhaltlich war alles drin" und nicht weniger anspruchsvoll, als
wenn man das jetzt aufgezählt hätte. Und da kriegt man natürlich schon einen Einblick in die For-
schung. Weil dieser praktische Anteil wie "Okay, ich brauche jetzt einen Organismus, der sich einfach
halten lässt, weil ich kann kein Tier halten, was mir jetzt immer wieder eingeht. Weil ich das schlicht
und ergreifend nicht im Labor so gepflegt bekomme, dass es überlebt. Das ist natürlich irgendwie eine
55 Sache, die das Schüler jetzt nicht so im Blick haben. Das war zum Beispiel so, dass man einfach sagen
muss, okay dann machen wir das jetzt so. Und auch dieser Film tatsächlich nur mal so die anderen im
Labor sehen beim Arbeiten, dass ist natürlich auch immer so, dass man dadurch immer nochmal einen
Einblick bekommt. Also das fand ich auch immer tatsächlich ganz spannend möglichst viele Einblicke
zum Alltag und nicht nur Zahlen und Grafiken. Es muss man einfach für die Schüler sagen, auf Dauer,
60 am Ende sieht eine aus wie die andere. Aber das coole ist das mit den Fotos und was die eigentlich?
Also wie kommt man überhaupt an diese Zahlen und Daten? Das ist quasi spannender als Zahlen und
Daten am Ende. Da kann man am Ende dann eher sagen "okay, am Ende dabei herausgekommen ist.."

I: Ja, das ist auch immer herausgekommen bei unseren Untersuchungen. Das ist halt wirklich der
Grund, warum die Leute halt zum Darwintag kommen sind nicht die Inhalte vordergründig, also auch,
65 aber vor allem diese Einblicke, wie Wissenschaftler zu den Erkenntnissen kommen und so, und deswe-
gen haben wir da auch mittlerweile in den Jahren auch immer wieder versucht, denen das mitzugeben,
Gestaltungshinweise den Wissenschaftler zu schreiben, wo wir sagen, nee das wäre wichtig. Das wün-
schen sich auch Schüler und Lehrkräfte. Genau. Und deswegen freut mich das immer, dass jetzt auch
langsam Videos oder mehr Bilder kommen und so.

70 **L2:** Ah, ich sehe jetzt gerade. Jetzt habe ich es gefunden.

I: Genau, Darwintag 2022 und dann Outreach. Dann gibt es dieses mit den Modellorganismus Hydra,
Schwamm, Mensch und C. Elegans. Und ich habe vor allem auch das ist ein "Forschungsprozesse in der
Metaorganismus- forschung" begleiten. Und da bin ich mal gespannt auf das Feedback. Also da habe
ich so eine Einheit, die genau diese wissenschaftlichen Denk und Arbeitsweisen sich vornimmt und
75 habe das mal aufgeschrieben. Und da würde ich mir Feedback wünschen.

L2: Also was war das genau?

I: "Forschungsprozesse der Metaorganismus Forschung" begleiten. Das ist bei diesen. Wenn man das
anklicken kann das Zweitletzte. Brauchst vielleicht noch ein bisschen Einlesezeit.

L2: Also die Mind-map mit der es anfängt ist ja schonmal gut, dieses Vorwissen abfragen, das die akti-
80 viert werden, weil sie selbst überlegen was weiß ich denn jetzt schon darüber. Dieses Personalisieren
über Lara ist auch gut. Weil es das einfach persönlicher macht, konkreter. Also das ist natürlich immer
so eine Sache. Ich benutze auch oft solche Texte im Unterricht, weil Texte nun mal so die schnellste
Art und Weise ist Informationen zu übermitteln. Da wäre so eine Fotostory natürlich auch ganz cool,
wie so dieser Film nur so als Arbeitsblatt.

85 I: Ja, das habe ich nämlich auch gedacht.

L2: Ganz blöde Frage: Was ist denn mit *Citizen Science* Projekten? Könnte man sowas vielleicht nicht
auch beim Darwinag mit einbauen? Das die Schüler vorher irgendwas selbst untersuchen. Ja, Also mein
Gedanke war zum Beispiel so bestimmte Modellorganismen wie C. Elegans oder so was im Unterricht

90 züchten könnte? Weil die Eier vielleicht leicht zu verschicken sind so mit der Post? Weiß ich nicht. Das
man da selbst irgendwie einmal machen lässt. Die schon ihre eigenen Erfahrungen gesammelt haben
oder ihre eigenen Ideen. Weiß ich nicht, kam mir gerade so als Gedanke, so ganz spontan. Natürlich
sind ja immer noch Tiere, aber ich meine auf der anderen Seite habe ich auch so ein Problem. Ich wollte
gerade Insekten machen und ich würde ganz gerne Mehlwürmer mit denen machen, aber dann habe
95 ich die ganzen Tierchen, wo ich nicht weiß wohin damit. Und ich habe schon herausgefunden, wir ha-
ben Angler im Kurs, hoffentlich kriege ich da (Exkurs zu Heimchen und das Experimentieren im Kurs).
Ja, aber wenn die einmal selber sozusagen eine Versuchsanleitung kriegen, wie nochmal Versuch X,Y
zu machen. Das wären auch so Sachen ganz spontan, die natürlich auch bei den Schülern super an-
kommen würden.

I: Es ist viel Text. Ich weiß, dass es so spontan ist da mal hineinzuschauen.

100 L2: Ich gucke mir gerade erstmal die Methoden an, also den Aufbau. Also wenn ich mir jetzt so den
Comic anschau. Die Fragen, das sind natürlich so Fragen, wie sie die Schüler wahrscheinlich nicht
stellen würden. Die sind noch etwas zu gestochen.

I: Die heisst etwas weiter herunterbrechen ware ganz gut?

105 L2: Also wirklich weiter herunterbrechen. Mittlerweile verstehe ich deren Texte nicht mal mehr, weil
die so Schwierigkeiten haben überhaupt einen Satz richtig zu formulieren. Und das nicht mehr möglich
ist mit denen so (zu kommunizieren). (...) Wissenschaftliches Bingo spielen am Darwintag ist natürlich
auch geil.

I: Das habe ich gedacht, das macht vielleicht eine Auflockerung.

110 L2: Ja ich habe es dieses Jahr tatsächlich gar nicht geschafft mit meinen Schülern da vorher hinein zu
gucken, weil da war tatsächlich das Problem, dass die tatsächlich noch so schwach waren, dass ich
tatsächlich Probleme hatte meinen normalen Unterrichtsstoff zu schaffen. Und dann tatsächlich ge-
dachte habe "so Darwintag machen wir so mit" auch ohne Vorbereitung. (...) Gerade beim BINGO
merkt man ja auch, wie oft kommt ein Thema vor. Und das ist eigentlich auch interessant mit diesen
Wiedererkennungswert. Das man Sachen schonmal gehört hat.

115 I: So hat es auch den Fokus mal weglenken immer nur auf die Inhalte zu schauen, sondern auch mal zu
gucken was kriege ich denn sonst noch so halt mit. Wird über die Ziele geredet, über die Methoden?
Ich glaube das wird sonst oft überhört.

120 L2: Ja. Ich meine dieses Peer Review Verfahren, das wäre natürlich irgendwie schon ganz spannend.
Ich erinnere mich, dass hatte also diese My-Thi Nyugen Kim, die ja auch während Corona so viel da
gemacht hat. Die hat das zum Beispiel hat auch mal viel erklärt. Und die hat das dann aber auch oft in
Bezug auf konkrete Fragen gerade gemacht. Also wenn irgendeine Veröffentlichung gerade so zum
Beispiel, war das nicht sogar Lauterbach? Ne, Drosten, der da war veröffentlicht hatte und dann hatten
die das irgendwie aber dann kritisiert und dann wurde das wieder zurückgezogen. Und das war aber
voll der Eklat, so nach dem Motto "Oh Gott, er hat was veröffentlicht und andere Wissenschaftler sind
125 anderer Meinung und das ist total schlimm". Anstatt zu sagen, dass ist halt der normale Weg, das ist
nicht ungewöhnlich. Und das war dann so eine Sache, da hatte man einen ganz klaren Bezug und ganz
klares Interesse und das war insoweit wichtig weil jeder Wissen wollte, ist das denn jetzt riskant für
mich oder nicht? Wo man dann wirklich ein Interesse daran hatte gesicherte Informationen zu haben.
Ja, und das war natürlich auch wenn das jetzt quasi veraltet ist und ich kann mir vorstellen, das könnte
130 man so nochmal aufgreifen. Das war ein konkretes Beispiel, wo das aufkam und genau diese Frage da
war. So nach dem Motto ist aber doch eigentlich richtige Forschung gewesen, oder hat er sich als Wis-
senschaftler jetzt damit blamiert?

I: Dass man das vielleicht konkreter hier macht mit so einem Beispiel wie mit Drosten und das mal daran mal erklärt. Ja, das ist eine gute Idee.

135 L2: Also Beispiele sind wirklich immer so viel leichter zu greifen.

I: Und wie ist das mit dem Text. Aber da erzähle ich so ein bisschen was über die Forscherin Lara Schmittmann. Die was zu den Schwämmen gemacht hat. Ich habe da auf ihre Person eingegangen, wie sie zusammenarbeitet, vor allem auch interdisziplinär und welche Einflüsse das auf die Gesellschaft hat, wie wird das finanziert und so, sodass so Sachen, die auch für Schule interessant sind? Das mal an einem Beispiel so zu machen?

140

L2: Ja grundsätzlich ja. Für meine E-Phase wäre das zu weit. Die müssen sich erstmal an den Punkt gewöhnen, dass ihre Rechtschreibung jetzt in der Oberstufe zählt.

I: Das ist doch so banal manchmal. Die Probleme.

L2: (Unverständlich) Bei der neunten Klasse, wo ihnen auch immer noch vieles hinterher getragen wurde bei Büchern, Arbeitsblättern mit viel Vorgegebenen. Die sind jetzt gerade neu in der Oberstufe angekommen und müssen plötzlich ganz viel allein und selbst regeln und wo ich dann so denke, dass so ein Forschungsprojekt einfach nicht machbar. Da wäre dann eher sowas zu sagen, wie eine Anleitung für ein selbstgemachtes Experiment, das wäre für sie wahrscheinlich wesentlich greifbarer. Ja okay. Und ansonsten toll dass ihr euch da immer die Mühe macht und so weiter. Man merkt schon, dass sich da auch einiges getan hat und ihr da kontinuierlich in Gange seid. (L3, Z. 147-149)

145

150

I: Es ist gut mal zu hören, weil wir viele Dinge angestoßen haben. Viel ist da auch mein Promotionsprojekt und ist es freut mich ja auch, dass da viel von ankommt.

L2: Ja, auf jeden Fall. Ich finde es auch wirklich eine schöne Idee wie gesagt, weil es den Schülern auch die Möglichkeit gibt das vor Ort einfach mal mitzukriegen. Also so ein Einstieg in die Frage, ist diese Laufbahn was für mich oder nicht? Vielleicht als Forscher? Das ist schon vieles schönes dabei. Wie gesagt bei den Themen bei den Vorträgen selbst habe ich selbst das Gefühl, dass ist noch zu abstrakt. Das ist für die noch ein bisschen zu schwer sich da ein Bild von zu machen, was das eigentlich bedeutet.

155

I: Ja, Ich nehme es einfach gerne mal mit.

L2: Was mir gerade noch auffällt. Gerade wenn ich an Hydra oder sowas denke. Man kann ja, oder das machen wir ja auch im Unterricht, manchmal über Dokumentenkamera oder eben so eine Mikropkopkamera Bilder vom Mikroskop live übertragen. Das wäre zum Beispiel auch mal was Spannendes. Oder vielleicht zum Beispiel so irgendwelche Experimente direkt vor den Schülern, während des Vortrags sozusagen, also wo man sagt, oder das haben wir gemacht und so sieht quasi der Alltag aus, wir machen das jetzt einmal verkürzt. Und ich zeig jetzt einfach noch mal dies damit an einem Eindruck habt, wie wir uns eigentlich abackern so nach dem Motto. Um mal irgendwann vernünftige Ergebnisse zu kriegen. Das gehört nunmal dazu und da gehört Geduld und ein gutes Fingerspitzengefühl dazu, weil das ist ja nunmal relativ klein. Aber. Genau sowas wären glaube ich auch so Sachen, so kleine Miniexperimente, die immer total gut ankommen. Klar, ist das keine Forschung, aber das kann man ihnen aber auch sagen. Also das man eben sagt: Nur damit ihr mal einen Eindruck davon habt, wie denn das so aussieht. Aber de facto. Naja, das ist natürlich die Frage also theoretisch könnte das auch gerne ein Vortrag weniger sein und dafür vielleicht ein Experiment. Wie gesagt, so ausnahmefähig sind sie nicht. Und diese Themenwechsel sind in gewisser Weise nicht weit entfernt genug, dass man sagt, okay, ich stelle mich jetzt wieder auf was Neues ein und dann bin ich wieder aufnahmefähig, falls es jetzt um eine neue Richtung geht. So nach dem Motto, so jetzt nochmal was ganz Neues. Dafür ist es dann immer noch zu ähnlich. Und das ist aber gleichzeitig sozusagen ja trotzdem zu viel Input, doch zu viel Verschiedenes wo man sich zu hineindenken muss. Das ist sozusagen...das man da irgendwie so ein

160

165

170

175

bisschen hineinkommt. Es ist schon anspruchsvoll für die Schüler sich daran zu gewöhnen solange zu-
zuhören. Ich meine, das tun sie auch im Unterricht nicht. Muss man mal so sagen. Ich meine wenn ich
180 so an meine eigenen Studienzeiten zurückdenke, dann waren wir auch nicht immer zu 100% dabei. Es sei
denn wir hatten wirklich so Professoren wo wir genau wissen, wir kriegen kein Handout, wir kriegen
nichts. Und dann haben wir alle quasi mitgeschrieben und haben uns dann zum Teil natürlich ausge-
tauscht und nochmal darüber geredet, dass wir genau wussten, geht nicht anders. Aber da war natür-
lich eine ganz andere Motivation dahinter, einfach weil man ja schon wusste, man studiert es jetzt und
man ist nicht nur ganz kurz da. Ja deswegen. Ja, das ist so wo ich mir vorstellen könnte, dass so ein
185 kleiner Methodenwechsel im Vortrag irgendwie so ein Experiment oder so was bisschen das ganze
aufpeppen würde. Genauso wie das Video beispielsweise. Auch das Video war so ein Methode, die
ganz cool war, weil man eben gesehen, was machen die denn ganzen Tag über so ungefähr. Und das
hat dann auch so ein bisschen diese Begeisterung herübergebracht. Man ist halt Forscher, man liebt
sein Forschungsgebiet und man weiß genau warum genau dieser Forschungsorganismus so cool ist. Ja.
190 Natürlich auch immer finde ich so Begeisterung zeigen, das auch schön zu kommunizieren.

I: Ja Emotionen, sehr schön. Ich nehme ganz viel davon mit. Und beim Unterrichtsmaterial, wenn mir
noch was auffällt oder ich kann es auch gerne mal zuschicken mit dem Material, das wir gerade hatten.
Oder auch ich habe eine Lehrerhandreichung gemacht und da ist vor allem auch so, dass ich da auch
wissen möchte, ob das für Lehrkräfte überhaupt sinnvoll ist, meine Lehrerhandreichung zu machen
195 oder ob sie mit dem Material selber viel arbeiten und es gar nicht brauchen. Also wenn du da irgendwie
ein Feedback hast oder so, dann freue ich mich, nehme ich immer gerne mit.

L2: Also, ne ich fürchte, da komme ich demnächst nicht zu. Dann ist es wohl doch wieder vom Tisch.
Und aus den letzten Jahren kann ich da schon sagen, ich habe mir die Handreichung immer kurz durch-
gelesen und im Grunde war es ja auch oft ähnlich, ihr habt ja immer oft ein Gruppenpuzzle gemacht
200 usw. und insofern das waren schon so Sachen, wo ich gedacht habe, okay, wenn man das einmal so
weiß, dann kriegt man das auch hin. Aber so schlecht ist das nicht, wenn das jetzt einmal da steht.
Auch für Leute, die das mal nicht kennen. Aber ich habe das in den Jahren immer so gemacht: Ich habe
mir nur die Arbeitsblätter dann ausgedruckt und die Lehrerhandreichung einmal kurz überflogen und
dann meistens festgestellt, okay, nichts Überraschendes oder was gedacht, das ist neu und dann habe
205 ich das Material verwendet. Ja wie gesagt dieses Jahr ging das halt nicht, weil ich etwas andere Sorgen
mit meiner Klasse hatte. (Exkurs Rechtschreibung).

I: Ja sehr schön, vielen Dank für deine Zeit und für die ganzen Anregungen. Ich nehme das gerne mit.

L2: Ich hoffe dass hat etwas gebracht und da war was dabei das dir was gebracht hat.

I: Ja, das nehme ich gerne mit. Super! Ganz vielen Dank für deine Zeit. Und dann hoffentlich bis zum
210 nächsten Mal.

L2: Wie gesagt, nächstes Jahr sind wir wahrscheinlich online dabei aber wir sind auf jeden Fall mit
dabei.

I: Das hört sich gut an, auf jeden Fall. Tschüss und schönen Tag noch.

L2: Das wünsche ich dir auch

Interview Lehrer*in 3 (L3) – Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

I: Ja. Und genau. Ja. Also, vielleicht fangen wir an mit dieser Designperspektive, wie das so aufgebaut ist.

5 L3: Also, also erstmal möchte ich sagen, dass die Handreichung für Lehrkräfte sehr übersichtlich ist. Die habe ich mir auch tatsächlich. Ich habe zwar in das Material einmal kurz geguckt, für viele Schüler also nur kurz überflogen und habe dann gesehen okay, was ist das andere? Gemerkt, dass mir das einen viel schnelleren Zugang gewährt. Natürlich sollte das mir leichtfallen, jetzt in dem Text auch sozusagen didaktische Struktur zu erkennen. Aber wenn man das Material nicht selbst macht, so wie
10 dieses Material und einfach damit es auch, damit man bereit dazu ist, es in seinen Unterricht zu integrieren. Ich kann mir vorstellen, dass viele meiner Kollegen das sonst nicht nutzen würden. Hilft das halt. Das ist sehr niedrigschwellig. Ich kann mich direkt orientieren. Also ich sehe auch, dass die Farben eine Bedeutung haben. Das war mir gar nicht bewusst aufgefallen. Aber da kann ich nur sagen, dass ich also vor einer Doppelstunde, zum Beispiel, wenn ich das jetzt genutzt hätte, ich kann gar nicht
15 sagen, wie lange ich jetzt mit meinen Schülern dafür bräuchte. Aber angenommen, ich hätte eine Doppelstunde, würde das als Thema jetzt nutzen wollen, dann wäre ich ziemlich schnell drin.

I: Das heißt, bei dieser Lehrerhandreichung ist [es] sinnvoll? Das auch so zu machen.

L3: Definitiv. Also gerade auch, ich habe das auch noch nie gesehen mit Pfeilen. Also ich selber habe das mal für mich gemacht. Also wenn ein längerer Fachtext gegeben wird, sozusagen das irgendwie
20 auf das Tablet zu spielen und mit Pfeilen so zu markieren und dann daneben noch Kommentare, die ich dazu geben möchte oder dazu zu geben. Und ich finde das in so einer Aufarbeitung sehr sinnvoll und ich finde, es hat auch gar keine große Verbesserungsidee.

I: Findest du das allgemein zu lang? Also würdest du sagen, dass du bei dieser Länge irgendwie denkst, das ist zu viel Text? Weil ich habe ja schon viele Informationen da drin. Meinst du, ich sollte einfach
25 das noch viel mehr kürzen und auch, also weniger Seiten machen?

L3: Ich glaube es ist gut, weil das denke ich Geschmackssache ist. Und je nachdem wäre ich selbstbewusst genug mittlerweile, wenn ich einmal die Arbeitsbögen zum Beispiel mir angeschaut habe. Also ich würde denken, dass ich das sehr schnell verstehe und dass ich auch viele Anknüpfungspunkte nochmal in einem Unterrichtsgespräch finden würde, so situativ sozusagen. Und ich bräuchte es nicht unbedingt. Und es gibt andere, die das zum ersten Mal machen, die das eher brauchen. Also vielleicht wäre eine Idee zwei Versionen zu haben, eine Kurzversion und eine längere Version für diejenigen, die unsicher sind und diejenigen, die einfach schnell das einmal durchziehen wollen und sowieso ja einfach Ähnliches schon unterrichtet haben, nur mit anderen Material. Also es ist tatsächlich auch recht viel zu lesen. Allerdings muss man ja auch nicht alles lesen und es sind Dinge gedruckt, groß gedruckt. Ja.

35 I: Das ist zum Beispiel, das würde ich mal mitnehmen. Was mache ich da eigentlich in meiner Forschung damit hinein? Findest du sowas auch mal hilfreich zu sehen, wie auch Forschung in dem Bereich so funktioniert? Oder meinst du, das wäre eher was, wo man sagen würde, das kann man auch kürzen. Mich interessiert mehr das Unterrichtsmaterial.

L3: Das ist eine gute Frage. Also ich würde sagen, dass es auf jeden Fall eine Stelle ist, wo man reduzieren könnte. Also wenn an einer Stelle, dann da, weil das ja im Prinzip nicht nur dasselbe ist, nicht nur eine Zusatzinformation, die man als Lehrer braucht, um sozusagen den Schülern zu helfen, sondern quasi die Metaebene der Metaebene. Einerseits finde ich es interessant, aber ich kann mir auch gut vorstellen, auch bei mir, wenn ich zu wenig Zeit hätte, dass das dann in Summe mich doch eher blockieren würde, als dass es mir hilft, diese konkrete Stunde zu machen. Aber wie gesagt, also die Idee

45 wäre keine Ahnung, dass man das sozusagen dann doch noch mal aufgegliedert in zwei Versionen oder nochmal Hintergrundinformationen.

I: Oder vielleicht am Anfang, das sagt okay, das sind die wichtigsten Informationen und sonst macht man nochmal dann eine ausführliche Version danach.

50 **L3:** Genau, aber ich finde es dennoch sehr übersichtlich und ich mein. Also mir ging es so, ich habe mir das alles durchgelesen, wusste aber von vornherein so "Okay, das überfliege ich jetzt" Und so war das eigentlich auf jeder Seite. Ich konnte mir die Dinge, wo ich gemerkt habe, das bringt mir gerade was das noch besser zu verstehen habe ich aufmerksamer gelesen. Die Dinge, wo ich erkannt habe, okay, das ist so in etwa ich überprüfe oder ich sehe, dass es übereinstimmt mit dem, was ich da beim ersten Durchlesen des Arbeitsbogens verstanden habe. Habe ich dann einfach überlesen, also gar nicht mehr
55 groß drauf geguckt. Also ich finde es übersichtlich. Diese Tabelle: Hintergrundinformationen ist wenn irgendwie etwas zu viel wäre an dieser Stelle. Aber ich bin auch selber unentschlossen, ob ich das selbst persönlich das lieber lang habe und dann mir nur die eigenen Sachen raushole oder ob so eine Kurzversion besser ist oder zwei Versionen. Ja. Ansonsten finde ich das Material, das ist ja im Design wieder so wie das der Modellorganismen. Damit sind meine Schüler eigentlich immer ganz gut klargekommen.

60 I: Okay, gut zu wissen.

L3: Die Sicherungsphase war manchmal, also das eigentliche Ziel der Sicherung ist ja sozusagen die Gemeinsamkeiten in den Kriterien für den Modellorganismus herausarbeiten. Da ist so ein kleiner Bruch, sage ich mal. Aber irgendwie ist es auch gar nicht so schlecht, weil der Lehrer dann sozusagen. Dass dann wieder über den Lehrer kommen muss. Nachdem die ihre Inhalte miteinander abgeglichen
65 haben, sollen sie jetzt sozusagen auf die nächste Ebene gehen und das dann eben vergleichen. Und da machen die das nicht immer, da brauchten die manchmal einen Anstoß. Aber es ist jetzt nicht so, dass das nicht funktioniert. Es braucht dann halt immer noch den Lehrer. Und ich habe auch Modellorganismen, meistens in der Einführungsphase eins, also im elften Jahrgang bei uns mit aufgenommen, auch in Klausuren, weil das eine gute (Idee ist). Also es ist einfach eine einfache Klausuraufgabe, aber
70 die ja auch immer wieder wichtig ist, wenn man irgendwelche Beispiele hat, an denen die Inhalte eben aufgezeigt werden. Warum ist dieses Tier oder warum ist die Pflanze jetzt geeignet? Warum hat man da besonders gut geforscht? Also es ist besonders geeignet auch für die E-Phase. Ich finde allgemein der Darwintag in diesem Themenbereich sehr (geeignet). Also ich finde, es gibt extrem viele Anknüpfungspunkte. Weil du einerseits natürlich die evolutionsbiologische Perspektive da hast, was du einmal
75 in 13.1 hast mit Evolution. Zumindest bei uns ist das so mit 13.1. Und in der E-Phase hast du ja eben zumindest nach den jetzigen Anforderungen noch verpflichtend Evolution. Also es passen beiden Jahren super, da hast du zellbiologische Aspekte, gerade auch in der Mikroorganismengeschichte. Hier bei den Schwämmen ja sowieso. Auch Symbiose, also eine ökologische Perspektive. Ich finde das sehr geeignet und ich glaube deswegen ist es mir auch immer leicht gefallen, das irgendwo in den Unterricht einzubinden. Es hat irgendwie immer ganz gut gepasst. Genau diese Modellorganismen, das ist auch
80 ein Material, was ich jetzt seitdem es gibt also drei Jahre jetzt genutzt habe. (...) Drei oder vier Jahre. Nur drei oder vier sogar, genau. Im Rahmen von Evolutionsökologie, so diese Einführung in die Oberstufenbiologie.

I: Und ich wollte nochmal darauf zurückkommen. Du bist auch an der Gemeinschaftsschule. Findest du
85 das Material ist ja kognitiv anstrengend. Es setzt auch viel voraus und dass du merkst, dass manche Schüler damit auch nicht klarkommen? Jetzt ja auch das Material, was du verwendet hast zu den Modellorganismen.

L3: Nee, das finde ich, finde ich nicht. Die sind eigentlich damit gut zurechtgekommen. Es ist immer schwierig, gerade in der Phase. Meistens habe ich die dann ja neu. Sozusagen überhaupt mitzubekommen, wenn sie irgendwie sprachliche Schwierigkeiten haben. Ja, dadurch, dass die ja miteinander sprechen müssen, das ist ja so ein Expertenpuzzle-Ding, ist da ja aber auch so eine Angst dann genommen
90

und die tauschen sich untereinander aus und das differenziert sich insofern dann schon ein bisschen von allein.

I: Okay. Gut zu wissen.

95 **L3:** Genau. Also was die Modellorganismen angeht, habe ich nicht das empfunden.

I: Und du hast dir das dann kurz angeguckt, weil ich habe zum Beispiel so ein Glossar damit hineingepackt.

100 **L3:** Genau das wollte ich auch noch sagen, dass ich das das kenne. Ich lerne ich jetzt vor allen Dingen auch von meiner Referendarin kennen. Die zieht das komplett durch, immer wieder so ein Wortspeicher anzulegen. Und hier sind ja auch Definitionen direkt so gegeben. Ich finde das gut und richtig. Man müsste gucken, ob das darauf verwiesen wird oder ob der Lehrer das dann nochmal sagt oder per was weiß ich Tablet oder OHP sogar anwirft, dass die Dinger immer vorne sind. Genau. Das ist nicht dick gedruckt.

I: Oh ja. Das muss ich noch ändern.

105 **L3:** Ja, also, ich finde das genau richtig. Und das sollte eigentlich. Also ich würde das auch zukünftig, wenn sowas gegeben ist, direkt in meinen Wortspeicher, den ich jetzt angefangen habe, tatsächlich dieses Halbjahr mit integrieren. Das hilft den auf jeden Fall. Wobei ich auch wirklich (sagen muss). Ich habe einen ganz intelligenten Schüler, der auch eine naturwissenschaftliche Ader ganz klar hat, der ist im richtigen Profil. Der ist seit vier Jahren in Deutschland oder fünf, kommt eben aus Syrien. Ist kein Muttersprachler, ganz klar. Und der hat schon, ich sag mal Probleme also bestimmte Begriffe hat er nicht, keine Ahnung, "progressiv" oder "Struktur", was bedeutet eigentlich Struktur? Und da kann man mit einem Material ja nicht arbeiten. Also das kannst du (ja nicht). Wo sollst du da anfangen? Dafür ist dann halt der Lehrer da, denke ich. Und ja, also gerade weil hier zum Beispiel sehr viel dick gedruckt ist "sessil", "in situ" oder dass auch allein "Mikroorganismen" genau das ist, ähm das ist, das würde meinen Schülern auf jeden Fall helfen. Und zwar nicht nur den denjenigen, oder hier "Homöostase", der kein Muttersprachler ist. Bei mir sind die Schüler tendenziell so, dass sie tatsächlich auch nachfragen. Aber es gibt auch eher einen, der das nicht wahrscheinlich machen würde. Ja, ich finde es auf jeden Fall gut, dass es aufgenommen ist. Ist es aber nicht zu viel. Okay, ich müsste jetzt nochmal ganz genau sozusagen mit dieser Aufgabe nochmal durchgehen, um mich hineinzusetzen, ob da die
110
115
120 Schüler genau bei bestimmten Sätzen Schwierigkeiten hätten.

I: Ich habe ja hier bei dem Material noch mal, das sind drei Gruppen, das man auch da wieder Differenzierung hat. "Warum ist die hier Symbiose zwischen den so interessant für die Forschung hier?", "Wie wird aktuell geforscht" halt. Und hier als dritter Aspekt, "was hat das eigentlich mit mir zu tun?" Und dann haben wir noch eine Zusatzaufgabe bzw. hier so eine Sicherheitstabelle. Findest du diese
125 Unterteilung in drei Gruppen wieder. Also ich habe das ja auch schon im Modellorganismen-Material, da wird das ja auch weitergeführt. Findest du so was hilfreich und ist das auch gut für die Schule oder findest du eine andere Struktur, wo du vielleicht mehr anleitest, so besser?

L3: Hm, die wie aussehen könnte, wenn ich das anleite?

130 I: Also dass man zum Beispiel jetzt hier ist es auch wieder so eine Art von Gruppenpuzzle, wo man halt eben, weil ich ja nicht mit dabei bin, dass die Lehrkraft eher in so einer begleitenden Funktion ist und ich habe mich gefragt, ob das für Lehrkräfte immer so auch eine gute Form ist oder ob du das Material eigentlich nimmst und denkst dir: Okay, von dem Material würden wir vielleicht nur ein Aspekt machen oder ich würde das irgendwie selber (bearbeiten). Ich hätte gerne eine Wortdatei, dass ich das Material gern noch bearbeiten kann oder so. Ich frage mich, wie die Rolle des Lehrers halt dar ist.

135 **L3:** Es ist tatsächlich so, dass es fällt mir auch gerade ein, wieder auch bei den Modellorganismen, so dass natürlich einige Stationen entweder besonders interessant sind für die Schüler oder auch einfach muss ehrlich sagen, besonders relevant sind fachlich im Unterricht und da ist die Frage, ob man das, ob man da so eine Basisgruppe macht und so ein Additum. Aber da müssen wir nochmal die Überschriften (anschauen).

140 **I:** Okay.

L3: Na ja, dadurch, dass sie das wieder vergleichen und dadurch, dass alle auch das Material bekommen, das wäre ja dann auch wichtig, dass man sozusagen, wenn jemand das nicht versteht oder sich besonders dafür interessiert, das selbst nochmal durchlesen kann, das ja für den Oberstufenschüler, auch für nicht Muttersprachler jetzt nicht endlos viel. Das ist auch irgendwie okay.

145 **I:** Das wollte ich nämlich gerade fragen, weil alle sagen, das ist ja textlastig, aber du hast ja eine Seite dann. Also deswegen habe ich mich auch dafür entschieden, dass man deswegen sagt, die Gruppe, die macht eine Seite und am Ende machen wir eine Sicherheitstabelle. Was würdest du sagen, wie viel Text ist okay für so eine Oberstufenklasse? Also oder sollte ich das viel digitaler machen? Also ich frage mich immer, ist das noch zeitgemäß, halt solche Blätter zu machen für Schule?

150 **L3:** Also Blätter auf jeden Fall. Ich habe Schüler, die digital arbeiten, die natürlich dann auch diese Blattstruktur digital haben. Ähm, aber auch viele, die immer noch ihre Ordner haben. Und es gibt eben auch diese. Also wichtig ist es, dass es eine gute Gliederung gibt, dass sie wirklich sich orientieren können, dass das nicht zu große Blöcke an Informationen sind. Und irgendwann ist auch...Also ich bin auch froh, wenn ich Material habe, wo Text auch zumindest aufgelockert ist durch klar Abbildungen, Fotos, 155 aber auch durch Skizzen oder so. Also so gezeichnete Skizzen finde ich ganz cool, weil man da auch so super drüber sprechen kann und das auch nutzen kann, um das Gelesene da wieder drauf zu sehen. Ich glaube, ihr habt ja auch diese Broschüre wo auch so ein bisschen. Also es gab mal so ein Büchlein...

I: Du meinst dieses "Ich bin Meta" Heft?

160 **L3:** Ja genau und es gab ja von Lara gemacht dieses Modell, was ich auch gut finde. Wobei das echt tatsächlich schwieriger war als ich mir das vorgestellt habe.

I: Das Zusammenkleben meinst du? Weil die Beschreibung einfach auch schlecht gemacht ist, oder?

165 **L3:** Oder ich habe nirgends ein Foto vom fertigen Sehen, ich habe es nicht gefunden. Also wenn man wenigstens ein Foto hätte, sollte man bei diesen kleinen Ecken, wo man die aufklebt, da sollte, also ein Foto würde reichen, glaube ich. Und das daran zum Beispiel jetzt immer vor sich zu haben, um Sachen sozusagen nochmal nachzulegen, wäre cool. Ja, ich müsste das tatsächlich mit meinen Schülern mal ausprobieren. Also ich war jetzt mit drei Klassen beim Darwintag und mit zwei Profilen. Und mit den Profilen habe ich auch immer jegliches Material gemacht, was ich bekommen habe. Die waren immer dadurch, dass sie wussten, okay, das kommt jetzt von der Uni und das ist sozusagen über das IPN, von den Professoren zu denen gekommen, besonders motiviert. Also die haben schon, es ist ja auch irgendwie Grundziel irgendwie, zumindest habe ich das so verstanden, den Schülern sozusagen das ersichtlich zu machen. Das sind die Menschen, die da dies und jenes, was da in den Lehrbüchern steht, letztlich weiterentwickeln und weiter erforschen. Und die sind bei so solchen Blättern, wenn sie das so sehen und ich dann sage, okay, das kommt da und daher. Auch schon mal ein bisschen motivierter. 170 Also es ist nicht so wie im Buch, so schon wieder Buch und dann wieder ganz langer Text wie Lamarck und *blablabla*. Die sind, glaube ich immer relativ motiviert gewesen. Ja, genau. Wenn man jetzt zum Beispiel einen Text hat, wie über diese Gitterstruktur bei Ingenieuren kann man auch sagen: Okay, ich weiß es nicht. Wenn ich das jetzt ausprobiert habe und merke okay, die sind total müde und die fanden 175

es eher langweilig zu lesen oder hatten mehr Probleme, als man das mit einer anderen Methode letztlich hätte lösen können. Dann könnte man natürlich sagen: Okay, das kann man sozusagen irgendwie weglassen oder noch kleiner machen. Genau. Die Abbildung ist ein bisschen schwer zu verstehen (zeigt auf den Schwamm mit seinen Mikroorganismen). Aber ich finde das Thema sehr interessant, wie es beschrieben ist. Also es ist irgendwie exotisch, weil Schwämme an sich biologisch gar nicht so bekannt sind von den Schülern. Gleichzeitig haben sie schon viel davon gehört irgendwie im anderen Kontext. Und das Material beleuchtet ja diese Interdisziplinarität. Genau das finde ich auch sehr gut, weil das letztlich ja eben ganz wichtig in moderner Forschung ist. Ja, und das mit den Gruppen. Also, es hat sich bewährt. Okay, das kann man machen.

I: Und? Okay, das heißt. Dann nehme ich doch erst mal ein paar Sachen daraus mit. Nochmal für dich als Lehrkraft, weil ich habe hier die [Lehrerhandreichung]. Wenn du jetzt hier mal so ein Punkt hast. Das gehört eigentlich nicht mehr dazu. So was wie das hier hast und dann über Vermehrung von Bakterien sprechen, Ursprünge der Bakterien entsprechend Kommunikation von Bakterien sprechen. Ich habe da ja so ein bisschen auch so Hinweise hier gemacht, wo wir herausgefunden haben, dass das manchmal Sachen sind, die Lehrkräfte nicht so betonen. Siehst du dich dann manchmal auch wieder, dass du halt gewisse Sachen nicht, wo du so denkst, ah, das ist noch mal wichtig darauf hinzuweisen, oder bei Kommunikation von Bakterien mache ich eigentlich nie oder so? Inwieweit helfen dir halt diese inhaltlichen sage ich mal Punkte?

L3: Genau das hatte ich ja auch angesprochen, dass ich das total sinnvoll finde und habe das auch jetzt noch nicht so gesehen, weil das extrem niedrigschwellig ist. Also, man muss aber auch dazu sagen, es gibt ja so viele Verknüpfungspunkte, das ist ja gerade in der Biologie so. Du findest also, wir finden überall Verknüpfungspunkte und können uns da auch verlieren. Also ich würde sogar mich eher versuchen darin zu versuchen, nicht jeden Aspekt anzusprechen, weil das manchmal die Schüler überfordert. Ich selber, mir fällt es leicht. Ich bin mega interessiert, und dafür dass ich noch nicht so lange Lehrer bin, weiß ich ja auch recht viel, würde ich behaupten. Mir fällt das nicht so schwer, da immer sozusagen das Wichtigste zu betonen, was ebenso die Brücke zu ganz vielen anderen Phänomenen ist. Aber dadurch also deswegen mache ich mir häufig auch bei Arbeitsblättern, oder ich kopiere mir in der Buchseite und markiere mir die Sache, die vielleicht nicht ganz klar geworden ist, die aber wichtig ist oder wo ein Bezug zu einem anderen Thema ist, das wir schon hatten. Aber ich finde das sehr angenehm, weil mir das sozusagen vorgegeben wird, und dann kann ich mich immer noch entscheiden, wo ich meinen Fokus drauf setze: Kommunikation, Bakterien, also, die werden das eh nie komplett verstehen, wenn man nicht keine Ahnung die Grundlagenforschung dafür vorher schon gemacht hat. Ich finde das sehr sinnvoll, und ich glaube auch, dass das vielen helfen würde, wenn ich das meine Referendarin geben würde oder werde, wenn ich darf, wenn sie das nutzen möchte.

I: Ja, natürlich.

L3: Die wird sich definitiv freuen, weil sie einerseits sieht, dass es ein relevantes Thema ist und dass gut aufgearbeitet ist, aber für sie ja auch so angenehm. Dann ist es wirklich so, das ist wie so ein Goody zwischendurch, dass man wirklich sich schnell einfindet und dann ja auch nicht nur irgendwas herein gibt, wo man sich etwas herauszieht und hofft, dass es gut genug konzipiert ist, dass die Schüler irgendwie damit klarkommt, sondern es hilft, fremdes Material, was es ja ist, sozusagen schneller durchdringen zu können, und das finde ich sehr gelungen.

I: Ja, okay, also ich mein, wenn du das noch mal gibst, dann nehme ich auch gerne Feedback entgegen.

220 **L3:** Ja, mache ich.

I: Dann können wir nochmal quatschen, weil das fehlt mir nämlich vor allem bei Schülern das Feedback zu dem Unterrichtsmaterial, was die dazu sagen. Weil ich habe das Gefühl, ich rede jetzt viel mit den anderen, aber ich habe jetzt gar nicht mehr so viel Zeit gehabt, das wirklich mit Klassen auch auszutes-
ten.

225 **L3:** Ja, mache ich gerne.

I: Ja, du meinst nochmal speziell zum Darwintag, dass du da nochmal geben gehen wolltest. Was ist dir dann aufgefallen, also das Thema. Wir haben jetzt seit letztem Jahr immer das Thema Metaorganismen macht mit dem Metaorganismen gehabt. Das hat vor allem auch mit meiner Doktorarbeit was zu tun. Dass ich das halt immer versucht habe, zu beforschen und besser zu machen, hat natürlich auch den
230 Nachteil, dass es immer ein Thema war, was sehr intensiv die ganzen Jahre drangenommen wurde. War das für dich irgendwann störend, dass du gesagt hast, jetzt nicht nochmal?

L3: Also erst mal muss ich sagen, ich bin jedes Mal eigentlich mit einer anderen Klasse hingegangen, und ich würde zwar auch mit einer Klasse doppelt hingehen, zum Beispiel mein Profil. Jetzt würde ich noch mal hingehen, und dann kann ich mir vorstellen, dass Schüler auch relativ schnell, obwohl sie ja
235 muss man ja auch sagen, nicht alles aufnehmen können, nicht alles. Die fühlen sich dann danach so wie große Studenten. Aber also selbst ich konnte, da komme ich gleich noch drauf zurück, an einigen Stellen gar nicht, also nicht so folgen, wie man das in der Uni dann machen müsste. Dann müsste ich mir das nochmal überlegen, inwiefern da zu viele Überschneidungen sind, denn das ist auch kostbare Unterrichtszeit. Aber da ich eigentlich immer neue Profile oder einfach Oberstufenkurse habe, mit denen ich das wenigstens einmal gemacht haben möchte, war es überhaupt nicht schlimm. Also klar, ich habe schon einige Sachen wieder gehört, aber ich bin ja nicht derjenige, der, für den wir da hingehen, und selbst ich war, glaube ich, letztes Jahr nicht dabei, aber ich habe mich nicht gelangweilt oder so. Also weil da war genug Neues dabei. Tatsächlich war noch eine Sache, die ich ansprechen wollte, hinter uns, waren jetzt auch. Also ich finde es ungünstig, dass manchmal mal Lehrer auf der anderen Seite
240 des Hörsaals sitzen, weil also die allermeisten haben richtig gut zugehört, und das ist auch klar, dass sie mal zwischendurch so, die können ja auch hier Handys benutzen. Also bisher war ich total positiv und überrascht und stolz auf meine Schüler, jeweils nicht nur, weil ich den gesagt habe, natürlich so, wie man sich da verhält, nochmal kurz, sondern einfach, weil die Bock drauf hatten, und dann sind echt ein paar Affen, und ich habe nicht verstanden, wie Kollegen anderer Schulen da nicht drauf achten
245 können. Die waren wirklich laut, und ich hatte eine blinde Schülerin, und ich bin dann zweimal zu den hingegangen, gesagt, dass ich jemanden kenne, dass ich gleich da runtergehe und Bescheid gebe, und dann war gut. Das war auch letztes Mal, also das erste Mal, da war ein bisschen so, nicht an allen stellen. Aber ich finde, da sollte man vielleicht die Lehrer bilden, nicht allzu weit von den Schülern zu sitzen, weil da war keiner da war, weit und breit bei bestimmt 15 jungen Männern.

255 **I:** Ja.

L3: Die haben sich echt scheiße benommen.

I: Das heißt, du meinst, dass sich Lehrkräfte am den Tag halt nicht dafür zuständig fühlen, die Schüler ruhig zu halten, sondern die setzen sich manchmal dann einfach weg?

260 **L3:** Zumindest vereinzelt, aber das ist ja dann trotzdem auch mit den Schülern, also dass man einfach sagt: Okay, versucht euch so hinzusetzen, dass ihr wenigstens das Verhalten der Schüler mitbekommt. Das sollte eine Selbstverständlichkeit sein, ist es aber manchmal nicht, weil ja auch die Schüler manchmal weg defundieren. Dann sitzen die auf einmal noch jetzt Pause, wieder woanders. Aber das ist so eine Sache. Das hat mich total geärgert, und was soll ich als fremde Lehrer dahin gehen? Und dann sind da 15 Jugendliche, die mich komisch angucken. Kommt nicht häufig vor, aber das ist natürlich
265 Alltag, Lehreralltag genau. Und dann fand ich also, ich habe meine Schüler gefragt, die fanden das also erst mal auch toll, dass hier dein Prof, hier [Name des Hauptorganisators], meinte ich, dass der das Material für die Blinde organisiert hat. Das war großartig, die hat auch wirklich trotzdem was mitgenommen. Meine Schüler waren sehr angetan, meinten natürlich, das war sehr viel, aber das ist auch okay. Mir ist ein Vortrag aufgefallen, und zwar meinem Kollegen auch, das war der von einem Informatiker, das war zu viel, also das. Ich sehe eine Gefahr darin, dass sozusagen dadurch, dass man in
270 allem so ein bisschen [zeigt], besonders bei den Jüngeren, selbst bei [Name einer Wissenschaftler*in], war das auch drin, dass zu viele Diagramme auf Englisch relativ klein und vollgepackt mit Informationen [waren]. Ich hatte also selbst ich, und mein Kollege, der auch echter Naturwissenschaftler ist, [fanden es zu schnell zum Verstehen]. Wenn das dann auch gar nicht aufgegriffen wird, dann wirkt es auf die Schüler recht beliebig, und das ist ja genau der Punkt, dass wir eigentlich versuchen, die dahingehend zu erziehen, dass die an einem Diagramm wirklich jegliche Informationen, die da drin sind [herausarbeiten]. Das sind ja mehr, als es auf den ersten Blick so aussieht, dass sie sich damit wirklich intensiv auseinandersetzen. Und das ist so ein bisschen [schade], habe ich im Nachhinein gedacht. Das wirkt so: “Ja, habe ich gesehen, wurde was [dazu] gesagt, alles klar, ich weiß doch alles“ und da kommt dann
280 so vielleicht auch eine falsche Arroganz bei den Schülern. Ja, genau das wäre so ein Verbesserungsvorschlag, auch in Sachen Material. Ich finde es persönlich richtig cool, wenn man mal Daten aus der Forschung, also sozusagen redigiert, aufarbeitet, dass sie nicht ganz so unhübsch sind. Aber dass da so kleine realistische, nicht schulbuchmäßige Daten sind, wo Schüler dann dran üben müssen, ein Diagramm auszuwerten, das fände ich total toll, weil das ein motivierender Aspekt ist, weil diese Daten
285 dann ja nicht ewig alt sind wie aus dem Schulbuch und nicht komplett erfunden, und das wäre noch mal ein Aspekt, der von dieser fachinhaltlichen Ebene eben auch nochmal weitergeht.

I: Mhm, verstehe, ja. Wie ist das mit diesem Gesprächsformat? Wir haben dieses Jahr vier Vorträge gehabt und dazu dann am Ende dieses Gesprächsformat und so. Wie fandest du das?

290 **L3:** Muss ich nochmal überlegen, ja. Also. Ich finde es gut, dass man Fragen stellen kann. Es ist eine Geschmacksfrage, ob man sozusagen den ganzen Hörsaal mit einbinden muss. Ich finde, man muss es nicht, weil die Leute, die von der Uni da für uns eine Veranstaltung machen, die müssen nicht Schule imitieren, weil das haben sie jeden Tag, würde ich jetzt sagen. Ich weiß nicht. Das ist recht subjektiv. Dass [ist] eine Geschmacksfrage. Ich finde es eigentlich sogar gut, wenn man mal sozusagen echte, also in Anführungsstrichen “echte Uni“ kennenlernt, wo man mal die ganze Zeit zuhören muss.

295 **I:** So wie eine Art Vorlesung? Meinst du das?

L3: Ja. Allerdings auch Fragen zu entwickeln und die auch merken: Ich kann dem Wissenschaftler oder der Wissenschaftlerin da nochmal eine Frage stellen, und die, die wird dann auch wirklich gut beantwortet und wird manchmal auch gelobt, dass es eine gute Frage ist, das fand ich auch großartig. Das ist ja eigentlich mit Corona entstanden, das fand ich sehr gut. Also, ich fand fast digital besser bei meinem Kurs, weil sie sich da mehr getraut haben. Dass ist von der Schule aus fast noch gelungener, aber

vielleicht einfach, weil das vom Kurs abhängig ist. Die waren ein bisschen aktiver, haben sich mehr getraut, weil man ja auch digital was zuschicken [kann].

I: Genau das war für alle gleich: Alle haben das gleiche Tool benutzt, und dann wusste man gar nicht, ob das aus dem Hörsaal kam oder ob das halt nicht aus dem Hörsaal kam. Genau!

305 L3: Also, ich finde das großartig, das ist genau richtig, und ja!

I: Ja, okay, ich habe mich gefragt, meinst du, man sollte dieses Format mit den Vorlesungen noch weiter aufbrechen, irgendwie noch interaktiver gestalten, oder wie findest du das so, wie es jetzt gerade ist? Siehst du das als ganz gelungen an, so mit den Vorlesungen? Also hast du das Gefühl, dass die auch immer noch zuhören nach dem dritten oder vierten Vortrag in der?

310 L3: Also das ist genau das, was sie sehen sollen, das ist halt Uni. Wenn du mehr praktisch haben möchtest, musst du an die Fachhochschule oder was gehen. Das ist ja klar, dass die Uni sich möglichst gut verkaufen möchte, weil die wollen auch Leute. Aber jetzt mal ganz neu drauf gesehen, finde ich, ist es eigentlich sogar das besondere da dran, dass sie ja also neben der Expertise, die da ist, und neben den Räumlichkeiten, dass das eine echte kleine Vorlesung ist und die [die] hören müssen. Ich finde, das hat
315 bei meinen Schüler auch gut funktioniert. Aber man muss auch sagen, die kommen aus Diedrichsdorf, und die kommen zum Teil echt aus bildungsfernen Familien. Die Frage ist, ob die sozusagen die Reife haben, zuzuhören. Weil das was ist, wenn sie still sind, dann vielleicht einschlafen? Dann ist es ja auch okay, die sollen das Unileben ja auch kennenlernen. Und das ist also, ich gehe auch nicht nur zum Darwintag, um den fachlich mehr beizubringen, weil das was ist, du musst ja auch gut kennen und
320 wissen, was sie gemacht haben, um den wirklich was beibringen zu können. Also, das kann man sozusagen also so allgemein nicht so, ja zumindest nicht so effektiv wie ein Lehrer, der seine Schüler kennt, und deswegen finde ich nicht, dass man das noch mehr aufbrechen sollte, am Ende so eine Art "meet and greet" oder so, dass man so eine Gruppe noch mal hingehen kann, sozusagen sich die Person dann was man angucken kann, weil die ja auch zum Teil länger dageblieben sind. Das finde ich super, weil
325 dann in einer kleineren Gruppe auch ein bisschen mehr [undeutlich]. Es ist ja auch so, in einigen Vorlesungen kannst du nicht noch mal Fragen stellen, also manche mittlerweile schon, aber in meiner Studienzeit konnte man das nicht jedes Mal. Dafür hast du ja eher Seminare, und da sind die Gruppen wieder kleiner, ähnlich wie in so einem kleinen [undeutlich] Jetzt gehe ich noch mal herunter mit meiner Klasse oder mit den Kumpels oder so und stellt diese Frage, die mir unter den Nägeln brennt, und
330 insofern, finde ich es als Interaktion gut.

I: Du meinst, dass man vielleicht auch sagt, falls ihr noch Fragen habt, dass sich dann die Profile oder die Wissenschaftler irgendwie noch mal hinstellen und sagen, okay, und jetzt habt ihr noch mal die Möglichkeit, zu den Hinzugehen oder so? Ja, das ist doch gut! Ja!

335 L3: Vielleicht in verschiedene Ecken oder so oder während der Pause, weil die sind dann ja schon fertig, also genau und nicht zu viele Schüler. Also ich würde schon versuchen, die nicht zu sehr als Jugendliche zu behandeln, sondern als junge Erwachsene. Und mein Geschmack ist es: Ich finde es nicht so passend, wenn man auch im Vortrag zu viele Fragen stellt oder wie sieht ihr das so? Also zwischendurch schon? Das machen ja auch viele Profs, aber nicht zu viel, nicht noch mehr.

I: Ja, okay, ja, gut zu wissen.

340 L3: Genau ich finde es cool, an einer Schule zu sein, wo man recht schnell hierher kommen kann.

I: Ja, glaube ich also, das war halt auch das Ding, weshalb wir das auch gemacht haben, mit dem hybriden Format jetzt, weil halt Schulen von weiter Weg mitmachen, zum Beispiel für die aus Dithmarschen. Es ist halt so, dass die teilweise 20 € bezahlen für die Busfahrt an dem Tag, und die müssen halt um sechs Uhr los und sowas.

345 **L3:** Ist das viel mehr Aufwand für euch mit dieser Hybridvariante?

I: Nee, eigentlich nicht. Es hat sich gewährt, wir sind ja ein eingespieltes Team. Ich hoffe, das geht auch weiter, wenn irgendwie meine Arbeit jetzt auch damit beendet ist. Aber wir haben das an eine Firma übergeben und wenn man das rechtzeitig weiß, dann kannst du es auch ganz gut machen. Aber es ist natürlich auch teuer, eine Kostenfrage, weil das dann halt auch die Firma übernimmt, und da braucht es einfach immer dann Kostenträger und Leute, die das irgendwie auch mit organisieren.

350

L3: Ich finde [das Material] super, und ich nutze es gerne mal und gucke mal, wann ich das irgendwie einbauen kann, dass du das irgendwie, also die Rückmeldung irgendwie noch nutzen kannst.

I: Ja cool! Vielen Dank für das Interview und deine Zeit!

(Ende des Interviews)

355

Interview Lehrerin 4 (L4) - Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

- 5 **I:** Genau also. Ich hab das jetzt hier gegeben, weil ich nochmal ja ich möchte eigentlich nochmal die Meinung von Lehrern, die in der Praxis sind, hören. Hilft dir das eigentlich? Weil ich dir ja diese Lehrerhandreichung an die Hand gebe. Hilft dir sowas weiter das Unterrichtsmaterial zu nutzen, so ganz generell?
- 10 **L4:** Also ich würde sagen auf jeden Fall, weil man also ich bin jetzt sogar verhältnismäßig ein bisschen eingeleitet in das Thema. Man muss aber davon ausgehen, dass dadurch, dass es ein Thema ist, was über die curricularen Inhalte erstmal eigentlich hinausgeht, dass die Leute da nicht ganz so drin sind. Dementsprechend hilft es auf jeden Fall ein Anfangspunkt zu finden und du hast ja auf den einzelnen
- 15 anknüpfen kann und du hast ganz am Anfang, dass finde ich auch mega wichtig. Den Aspekt hier mit drin, in welche Einheit oder an welcher Stelle man das dann in seinem Unterricht integrieren kann. Hier der Hinweis im Bereich Evolution und Symbiose an der Stelle passt das ganz gut, und das ist dann für einen selber schon mal gut, um das einzusortieren im Schulplan und vor allem in der Klassenstufe.
- 20 **I:** Und wie würdest du mit dieser mit diesem Gestaltungshinweisen oder mit der Lehrerhandreichung umgehen?
- L4:** Ich würde wahrscheinlich, also der wichtigste Punkt wäre für mich jetzt tatsächlich so aus der Praxis heraus der Punkt, der hier bei den Ideen, den Einsatzmöglichkeiten steht als erstes. Also erstmal einzuordnen ok, wo kann ich das überhaupt benutzen? Wäre auch zu überlegen, ob man den noch stärker hervorhebt, dass man, wenn man jetzt weiß ok man ist irgendwie in Jahrgangsstufe E unterwegs und bereitet etwas vor für Evolution und Symbiose, dass man dann an der entsprechenden Stelle dann auf diese Handreichung zurückgreift.
- 25 **I:** Du meinst es sollte noch mehr auf das Curriculum verweisen?
- L4:** Ja
- I:** Und dann sagen an dem und dem Punkt stelle ich mir das irgendwie vor?
- 35 **L4:** Ja genau, weil wenn man später einen stärkeren Einblick hat, weiß man vielleicht auch okay, wenn das irgendwann kommt, kann ich das da einsetzen. Aber gerade für so junge Lehrkräfte ist glaube ich eine Hilfe, weil man ja dann ja schon so ein bisschen von Stunde zu Stunde plant. Also Anknüpfungspunkte zu haben, zu wissen, okay, an der Stelle kann ich das benutzen. Das geht hier aber daraus hervor, wenn man dann gesehen hat und dann würde ich tatsächlich also vom Vorgehen her mir auf jeden Fall, dass hier einmal durchlesen, mich ich in diesen Teil hier einmal hereindenken und dann auch schon eigentlich zu diesen, ich würde wahrscheinlich einmal Arbeitsblätter angucken und die Aufgaben und dann die Hinweise lesen von dir. Damit ich erstmal weiß, was die grundsätzlich machen sollen und dann für mich sozusagen, was dann auf deinen Hinweisen noch dazu kommt.
- 40 **I:** Und wie findest du diese Gestaltungsebene oder Designebene? Wie findest du diese dreiteilige Struktur, die ich gewählt habe?
- 45 **L4:** Also sehr gut. Man hat ja im Alltag doch einfach wenig Zeit und hätte ich jetzt einen Fließtext, wäre ich glaube ich abgeneigter gewesen es zu lesen und so ist es ja so: Man kann auf einen Blick die Häppchen, die man dann bekommt, verarbeiten und benutzen oder halt auch bestimmte Sachen gegebenenfalls stärker beachten oder andere Aspekte vielleicht ignorieren, wenn sie einen nicht so betreffen und das finde ich total gut. Und es geht schnell. Also man kann hier schnell durchgucken, man ist
- 50

55 schnell auf der Seite, man sieht, welches Arbeitsblatt dazu gehört. Man sieht sofort, welcher Stand also welcher Kasten zu welchem Teil gehört. Also das ist leicht verständlich und visuell ansprechend durch die unterschiedlichen Farben. Ich muss sagen, dass ich gerade glaube ich, das erste Mal realisiere, dass diese Farbcodierung sich ja hier fortsetzt, ne?

60 I: Genau. Und dann ist das ja unterteilt in Betrachtungsweise, in Schülerinteresse und in Input aus der Forschung.

65 L4: Okay vielleicht könnte man da noch einen Hinweis dazu geben, weil ich habe gerade kurz gedacht, also ist es eigentlich offensichtlich aber ich habe gerade kurz gedacht, das bezieht sich vielleicht nur hier auf einen Raum, aber jetzt realisiere ich das erst.

I: Ich habe mich gefragt, also findest du den Umfang auch zu lang, weil ich habe gerade überlegt das ist ja jetzt auf die Seite gezogen und am Anfang gebe ich ja noch einen Input aus meiner Forschung, zum Beispiel bei dem hier. Findest du das interessant oder meinst du das braucht es gar nicht aus Lehrersicht?

70 L4: Also ich finde das interessant, aber man hat ja auch die Möglichkeit, wenn man weniger Zeit investieren möchte, den Teil zu überspringen. Also ich meine, du kannst ja diese Seite auslassen und nur mit diesen Arbeiten und du kommst trotzdem zurecht. Und ich würde es jetzt nicht herausnehmen, weil man die Möglichkeit hat, ein bisschen mehr Input zu bekommen, wenn man die Sachen einsetzt, aber genau also es ist nicht verpflichtend.

I: Findest du es gibt dir einen besseren Zugang zum Thema? Also ich meine du bist jetzt natürlich jemand, der schon vorgebildet. Aber es gibt einen besseren Zugang zu so einem Thema, was jetzt nicht so stark im Curriculum vertreten ist.

80 L4: Auf jeden Fall. Ich finde es auch wichtig, dass hier nochmal aufgegriffen wird auf diese positive Beziehung und diesen positiven Wert, den Bakterien irgendwie haben hinzuweisen, weil ich glaube, dass das etwas ist, wo viele nicht so sensibilisiert sind dafür, auch dieser Begriff hier mit dem Mutualismus, glaube ich, dass viele da nicht sensibilisiert sind für. Deswegen, glaube ich, ist es schon wichtig, da nochmal darauf einzugehen, dass man im gewissen Rahmen die Möglichkeit hat, wenn man das gelesen hat, mit einem gewissen Bewusstsein an das Material auch heranzugehen und auch eine du hast hier an verschiedenen Stellen irgendwie so Hinweise gegeben. „Uralte Freundschaft gleich positives Framing wählen“, das ist ein ganz kurzer Satz, aber es macht nochmal deutlich an welchen Stellen man mit kleinen Handlungen oder Handlungsänderungen eine ganz andere Wirkung erzeugt, wenn man das Thema behandelt. Und das hast du ja hier schnell mit drin und selbst wenn man jetzt den Teil überspringt und nicht liest, hast du durch diese kleinen Inputs trotzdem irgendwie, dass die Leute denken: Oh, uralte Freundschaft, warte mal da war doch irgendwas.

95 I: Das heißt wenn jetzt darüber schaut, ertappst du dich auch manchmal selber, dass du denkst das mache ich auch manchmal oder betone zu wenig oder da finde ich mich irgendwie auch wieder in diesen Hinweisen?

100 L4: Also ich bin jetzt natürlich in das Thema schon quasi so ein bisschen eingedacht, aber ich glaube schon, dass das an der Stelle vermehrt auftritt, dass man dann Du hast hier oft in der Überschrift stehen: Mikroorganismen sind nicht nur Feind, das nicht nur als Feind des Immunsystems zu sehen. Ich glaube, das sind einfach Sachen, die man so noch mal selber merkt: Oh, wie kommuniziere ich das denn? Oder du hast ja irgendeiner Stelle stehen gehabt, hier Input aus der Forschung. Wo war es denn? Oder das Lehrkräfte, das oft so darstellen? Als wären die nur negativ. Ich weiß gerade gar nicht mehr wo es stand. Und da fühlt man sich ja schon angesprochen, weil man da schon in den Moment denkt: Was sage ich denn eigentlich? (lachen). Oder du hattest irgendwo auch gesagt „Nicht den Begriff Bakterien sondern Mikroorganismen verwenden“ und da zum Beispiel habe ich auch überlegt, oh, was

sage ich denn "Bakterien" oder "Mikroorganismen", da bin ich mir unsicher. Also das ist ein wichtiger Hinweis.

110 **I:** Siehst du irgendwo auch Kürzungsbedarf oder siehst du das ist von der Länge her in Ordnung, weil das sind ja schon ein paar Seiten und ich habe versucht vieles abzubilden?

115 **L4:** Ich finde eigentlich nicht, weil es durch die Darstellungsweise, also klar es sind viele Textabschnitte, aber durch die Darstellungsweise habe ich ja jederzeit die Möglichkeit selektiv auszuwählen welche Teile mich betreffen und dadurch ist es nicht so wie als würde man einen Text lesen und ist direkt überfrachtet, sondern ich sehe ja auf welche Seiten es sich betrifft. Das heißt auch wenn ich es in Abwandlung einsetze und beispielsweise nur eine Seite davon benutze und abweichen will, kann ich ja die anderen Sachen schnell zur Seite legen. Also ich kann sehr auf einen Blick schnell auswählen was mich betrifft.

120 **I:** Das heißt wo siehst du so den Mehrwert in dem Unterrichtsmaterial, also wenn du jetzt schon sagst das Thema. Wie ist das momentan auch im Unterricht, wie du das Thema Bakterien oder Mikroorganismen einbringst? Nimmt es bei dir eine Rolle ein oder eher nicht?

125 **L4:** Ja, das Thema ist wenig drin. Also gerade hier Mikroorganismen im Zusammenhang mit Evolution und Schwämme. Also Schwämme ist ein Thema, dass wir gerade zumindest nur in Klassenstufe 8 behandeln im Themenbereich Wirbellose. Da habe ich auch etwas mit den alten Materialien zu Schwämmen gearbeitet, aber die sind natürlich für Klassenstufe 8 ein wenig zu komplex. Wäre auch eine Überlegung für die Zukunft, ob man da nochmal andenken könnte, nochmal was zu machen, was für Klassenstufe 8 geeignet ist, weil da viele Wirbellose halt machen. Um einfach auch das Thema einfach noch ein bisschen in Richtung Evolution zu bringen, Anknüpfungspunkte da zu finden und so weiter. Jetzt habe ich ja eine Klassenstufe E wo das hineinpassen könnte: Evolution, Symbiose, Mutualismus. Da wird allerdings wenig gemacht im Kontext Mikroorganismen. An sich das Thema Metaorganismus ist wenig drin. Finde ich aber schade, weil ich immer das Gefühl gehabt habe...Ich habe da manchmal die alten Materialien eingebracht und die Schüler nehmen das sehr positiv auf. Also auch wenn es da diese Einblicke in die Forschung gibt, ich glaube auch gerade diese Fragen, die in den Materialien integriert sind, diese Möglichkeiten hier, das hat ein anderes Format als diese klassischen Unterrichtsmaterialien. Und es ist so aufbereitet das man es halt direkt Nutzen kann, was den Anreiz erhöht es dann auch zu tun.

140 **I:** Das heißt, das ist ja immer das Ding, inwieweit nehmen neueste Forschungs-erkenntnisse Einzug in deinen Unterricht? Nimmst du das auch wahr oder denkst du vielleicht auch manchmal, da könnte ich vielleicht auch noch viel mehr machen?

145 **L4:** Also ich versuche es, aber es könnte auch mehr sein und ich glaube das Problem liegt einfach da drin, dass es zu wenig solche aufbereiteten Materialien gibt, weil man im Alltag nun mal nicht die Möglichkeit hat, also erstens sich einzulesen. Vielleicht auch, wenn man noch nie mit dem Thema in Berührung gekommen ist, überhaupt auf die Idee zu kommen das Thema mal einzubinden. Das muss ja auch erstmal passiert sein. Ich muss ja realisieren, es gibt irgendwo ein Sonderforschungsbereich zu Metaorganismen und wie hängt der zusammen mit Evolution zusammen. Wo kann ich das integrieren. Diesen Schluss musst du erstmal haben und da hat man im Alltag einfach zu wenige Möglichkeiten das einfach umzusetzen. Von daher glaube ich dass sowas hier einfach schon Impulse liefern kann wenn man Forschung in Schule bringen will.

155 **I:** Ja, voll gut.

160 **L4:** Und vielleicht so als Idee. Es wäre vielleicht noch eine Überlegung. Du hast an manchen Stellen so Hinweise gegeben. Ich muss mal hier gucken, wo man irgendwie...zum Beispiel hier „weitere Facetten vom Schwamm in einem anderen Kerngebiet außerhalb der Naturwissenschaften hinzufügen“: Man könnte überlegen, ob man für solche Sachen und auch für die Transferaufgaben noch mehr Lösungen vorgibt. Also ich habe es als sehr hilfreich und entlastend empfunden, wenn man Materialien hat, wo

es fertige Musterlösungen gibt, unabhängig von dem was die Schülerinnen und Schüler da jetzt tatsächlich am Ende produzieren. Aber das man als Lehrkraft die Möglichkeit hat sich innerhalb weniger Sekunden die Musterlösung durchzulesen und schon mal so eine Großvorstellung von der Lösung im Kopf zu haben. Weil realistisch gesehen sobald hier Punkte offen sind, dass man hier nochmal was nachlesen muss. Ist glaube ich die Hürde nochmal größer oder zu sagen „okay, ich lasse den Punkt weg“, weil ich es nicht schaffe zeitlich. Also ich glaube da muss man, wenn man was da drin haben möchte...

165
170 I: Realistisch ist dann, weil die Lehrkräfte einfach nicht die Zeit haben das vorzubereiten?

L4: Ja. Auch wenn sie es gerne würden. Je ausgefeilter es ist, desto besser. Das heißt wenn man hierzu,...also dieser Leitfaden ist ja schon von der Struktur her perfekt. Sowa hätte man gern für viele (lachen) Arbeitsblätter. Wenn man jetzt dazu noch eine Musterlösung hätte, das muss ja nichts groß formatiertes sein nur ein paar beispielhafte Antworten, dann wäre man schon ganz dabei.

175 I: Das heißt bei der Lehrerhandreichung am Ende noch so diese Sicherungstabelle, dass man diese einfach noch ausfüllt oder?

L4: Genau. Das hilft ungemein.

180 I: Ja genau, dann mache ich das.

L4: Achso, und das da denn noch.. und selbst hier.. ach naja das sind ja die Aspekte, genau. Das zu diesen fachwissenschaftlichen Aspekten die wichtigsten Sachen schon mal zusammen-gefasst sind. (...) Das wo man wirklich auch...

I: Du meinst zum Beispiel auch hier..

L4: Genau, so eine beispielhafte Antwort. Das man einfach schon mal so ein paar Gedanken hat, auf die man sich stützen kann, wenn man in die Sicherung geht und das vielleicht schon erweitern kann, was die mitbringen. (...) Aber das ist optimal. Also würde ich jetzt gerade sogar überlegen, ob ich das bei meinen auch einsetze (lachen), wenn ich das so sehe.

I: Ja voll gut. Ich habe ja noch ein zweites Material gemacht, vielleicht schicke ich dir das auch nochmal. Und dann kannst du mir vielleicht auch nochmal deine Meinung sagen. Also ich finde, das ist hier jetzt der fachliche Aspekt und das andere sind mehr so *Nature of Science* Aspekte und das finde ich eigentlich noch ein bisschen ausgefeilter, um nochmal neue Impulse für den Unterricht zu geben. Weil das hier, da kennst du glaube ich ja schon viele Aspekte, das andere wäre dann nochmal was Anderes.

200 L4: Ja gerne. Ich glaube grundsätzlich...

I: Und ich hatte auch überlegt und hatte so eine animierte PowerPoint-Präsentation gemacht und ich habe mich gefragt, was du halt lieber hast. Diese ganz alte, papierbasierte Geschichte oder ist es manchmal, dass du auch eine digitale Version hast?

205 L4: Also ich arbeite im Unterricht immer mit einer PowerPoint. Also ich glaube wenn du Folien bereitstellst, sind alle dankbar, weil ich kenne das jetzt von anderen Materialien so, die von S & S herausgegeben werden. Da gibt es auch immer eine PowerPoint, die man einfach öffnen kann. Je mehr man fertig hat, desto besser eigentlich. Und ich habe da immer eine PowerPoint offen und auch in der PowerPoint den Arbeitsauftrag drin. Was dann passieren soll, gerade dieses Verfahren hier mit dem Einleitungstext, mit den Gruppentexten, wie man damit umgehen soll, dass das einmal da drin auch erklärt ist. Dann kann man damit natürlich auch was erklären. Und dann ist das ja auch so, es hängt natürlich von der Schule ab, aber wenn man das hier in bearbeitbarer Form hätte, also Word und PDF, dann ist man eigentlich gut...und einmal wenn du noch Lösungen machst, die Arbeitsblätter einmal als

215 Datei und dann die Arbeitsblätter mit Lösungen oder die Lösungen extra. Weil oft sie die auch in einem Dokument und dann musst du noch extrahieren.

I: Und dann ist es manchmal auch das man es nicht durcheinander bekommt. Dass das der Originalteil ist, denn du den Schüler*innen gibst und das andere dann der (unverständlich).

220

L4: Genau. Dass du nicht die Lösungen hochlädst bei den Schüler*innen. Aber dann hast du im Prinzip, also bei uns läuft das momentan so, zumindest in der Oberstufe, dass du da maximal ein Drittel aber eher weniger mit Papier arbeitest, wo man das tatsächlich ausdruckt. Und alle anderen den würde ich das digital zur Verfügung stellen und die würden sich das herunterladen und digital bearbeiten. Und deswegen ist es auch schön, dass es bunt ist, weil die fügen das genauso, wie ich es gerade in der Mappe drin habe, fügen die das auch in ihre Mappe.

225

I: Und dann bearbeiten die das digital am...

230

L4: Ja. Also und dann kannst du ja hier alles, also auch das Poster könnte man hier jetzt hier, also ich könnte jetzt hier eine Seite einfügen und würde das jetzt hier....(unverständlich) Und dann hast du ja die Möglichkeit mit den digitalen Tafeln, die ja jetzt die meisten Schulen haben, könnte ich jetzt hier über *Screenshare* hineingehen, und wenn man jetzt hier eine z.B. Seite hätte, eine Postervorlage, das könnte man jetzt auch überlegen, dann könnte ich hier jetzt direkt hineinschreiben und dann läuft es bei uns jetzt mittlerweile so, dann schreibst du jetzt irgendwie was hinein und dann würdest du hier über *Screenshare* gehen und man würde das an der Tafel zeigen können. Das heißt dann kannst du den *Gallery Walk* dann auch an der Tafel so machen.

235

I: Achso, das wusste ich zum Beispiel noch gar nicht.

240

L4: Ja, ist ganz cool eigentlich.

I: Ja, ich würde sagen, das ist schon mal ein guter Eindruck, vielen Dank dafür.

245

(Ende des Interviews)

Anhang M: Interviews der Wissenschaftler*innen (Studie 3)

Interview mit Wissenschaftler*in 1 (W1) – Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

5 **I:** Ja, genau. Also der Darwintag ist ja auch schon ein bisschen her und ich wollte einfach damit anfangen, was deine Eindrücke eigentlich vom Darwintag 2022 waren. Ich meine bis jetzt auch schon das zweite Mal dabei. Und wie war das, das live Event mal mitzuerleben?

W1: Heftig (lachen). Also das war wirklich sehr beeindruckend und ich bin auch sehr froh, dass ich das noch ein zweites Mal machen durfte, um einfach dieses live Erlebnis zu haben, weil das war komplett anders als die online Version. Also dass wirklich so viele Schüler und Schülerinnen da waren, das war echt sehr, sehr beeindruckend. Da ist einfach vom Erfahrungslevel was heftig und ja auch sonst: Auch mir hat super viel Spaß gemacht. Ich fand alle Vorträge wirklich sehr gut. Ich fand die Atmosphäre sehr schön, sowohl, dass die meisten Vortragenden auch da geblieben sind und irgendwie den ganzen Tag mitgemacht haben und auch früh gekommen sind und auch die Schüler*innen dann, die ja wirklich bis 10 ganz zum Ende eigentlich durchgehalten haben. Mir hat auch die Diskussionsrunde am Ende echt gut gefallen. Also ich fand das war eine coole Idee, das noch zusätzlich einzubringen. Ich hab da noch ein bisschen drüber nachgedacht: Ihr habt ja eigentlich letztendlich damit diesen Vortrag von außen ersetzt? Und ich glaube, das war eigentlich gut, weil (nachdenkend) ob der Professor jetzt von der Uni Kiel kommt oder ob der Professor von woanders kommt, ist den Schülern ja eigentlich erst mal egal, 20 denke ich. Also ich weiß gar nicht, ob das für die so einen großen Unterschied gemacht hat, ob das jetzt jemand von außerhalb oder von innerhalb der Uni ist, weil die ja niemanden kennen. Und ja, die Diskussionsrunde war denke ich sehr cool. Ja, die Organisation war top, also es hat ja alles super, super gut funktioniert. Ich verstehe, warum das mit den Fragen jetzt ausschließlich online ist. Wobei ich nicht weiß, ob einige Schüler*innen das nicht auch vielleicht ganz cool finden würden, wenn sie während 25 der Veranstaltung Fragen stellen dürften. Aber ja, das ist vielleicht dann bei so vielen Leuten auch einfach nicht machbar. Was ich auch total schön fand, war, dass während der Pausen super viele Kids noch kamen und Fragen gestellt haben. Vielleicht hätte man das, wenn das irgendwie jedes Jahr so ist. Vielleicht hatte man das noch irgendwie so ein bisschen leiten können, dass man sagt irgendwie. Die Vortragenden stehen dann in den Pausen an verschiedenen Stellen oder so und vielleicht auch dazu 30 auffordern, dass man noch gerne Fragen stellen kann. Ja, weil das war...Ich weiß nicht. Ich fand das total schön. Das hat einfach ein gutes Gefühl gegeben und gutes Feedback so direkt, dass die irgendwie Interesse hatten und gedacht haben, da will ich auch mal was fragen oder so und sich das auch getraut haben. Ja, vielleicht kann man das ja, wenn man es organisieren muss. Aber vielleicht kann man es auch mal sagen oder so, dass das im Grunde, dass die dazu motiviert werden.

35 **W1:** Ja, cool. Ja, klar. Also (Pause) hat mega Bock gemacht (lachen).

I: Das freut mich sehr. Dann habe ich dir ja noch diese Gestaltungshinweise einfach zugeschickt oder gegeben. Wie hast du denn erst mal, wie bist du mit diesen umgegangen?

W1: Ähm, ich habe versucht, möglichst viel davon abzuheken (lachen). Weiß gar nicht. Ich glaube, das einzige, wo ich diesmal so ein bisschen Probleme hatte, aber was auch einfach so ein bisschen am 40 Thema lag und weil ich so keinen wirklichen Bezug gefunden habe, war zu Darwin. Aber das war jetzt so thematisch. Das lag jetzt weder an den Gestaltungshinweisen noch an irgendwas anderem. Ich fands super gut das Beispiele dabei waren. Also keine Ahnung. Zum Beispiel das mit dem Inhalt anpassen "Punkt 8" also zum Beispiel, dass man mit Fotos oder Videos starten kann, anstatt irgendwie erst mal alle Fachbegriffe zu erklären. Also das halt wirklich nicht so, also es waren konkrete Hinweise, mit denen man gut was anfangen konnte. Und ja, "Punkt 9" hat mich dazu inspiriert, eine Frage zu stellen, 45

wo ich lange drüber nachgedacht habe, ob ich das dann tatsächlich machen soll, weil ich Schiss hatte, dass keiner mitmacht. Aber es hat ja sehr, sehr gut funktioniert. Von daher war das ein sehr guter Hinweis, wo ich definitiv auch noch mal über meinen eigenen Schatten gesprungen bin und es sonst wahrscheinlich nicht gemacht hätte.

50 **I:** Ja und von der...

W1: War jetzt auch nicht zu viel. Von der Länge weiß ich, war es jetzt nicht zu viel.

I: Also ich wollte nämlich gerade fragen, wie kannst du vom Umfang her mit den zwei Seiten. War das für dich so in Ordnung?

55 **W1:** Ja, auf jeden Fall. Also ich glaube, es waren jetzt auch keine Punkte, die irgendwie unbedingt jeder schon von selber gemacht hatte. Also es war definitiv was Neues und auch einige ein bisschen mehr Challenge vielleicht als andere.

I: Und wie fandest du die? Ich habe ja so ein bisschen drei Überschriften gewählt. Das eine ist "Über Metaorganismus Forschung sprechen", dann "Vielfältige Einblicke in Forschung geben" und einfach "Einbindung der Zielgruppe am Darwin-Tag". Hast du da irgendwie gedacht, das ist eine gute Reihenfolge oder ist es dir überhaupt aufgefallen, dass es unterschiedlich unterteilt wurde?

60 **W1:** Ja, also ich habe es gelesen. Ich hatte da bis jetzt noch nicht so viel drüber nachgedacht. Aber ja, eigentlich ist es erst mal inhaltlich. Dann so ein bisschen über das konkrete Thema hinaus und dann halt, wie man mit denen spricht. Na ja, eigentlich macht es doch sehr viel Sinn.

I: Und hast du dir bei einem zum Beispiel gedacht war, also könnte das noch irgendwie weiter angepasst werden. Ich meine, du bist jetzt auch schon das zweite Mal dabei, wo du so dachtest: Da ist mir selber irgendwie was klar geworden oder so, was man noch anpassen könnte. Oder ein Punkt, den du ergänzen würdest hier?

65 **W1:** Du meinst jetzt bei den Hinweisen?

I: Genau.

70 **W1:** Ich glaube nicht. Darüber hinaus fällt mir spontan eigentlich nichts ein.

I: Okay, ja perfekt. Und zum Beispiel zur Zielgruppe. Hättest du gerne noch was über das gehört? Oder über allgemein, wer da vor dir sitzt oder so? Weil ich hatte nämlich überlegt, ob man da noch einfach ein bisschen über die Vortragenden erzählt? Das habe ich jetzt weggelassen. Wäre das für dich hilfreich zum Beispiel gewesen?

75 **W1:** Also, ich meine, ich wusste ja ungefähr, von was für Schulen die kommen und welche Altersgruppe das war. Ja, wenn das vielleicht nicht allen klar ist, könnte man das vielleicht noch in einem Satz schreiben. Also die Altersgruppe und vielleicht die Art der Schulen.

I: Ja, okay, ja super. Dann wollte ich noch mal inhaltlich auf die einzelnen Bereiche eingehen, du hast ja eben das schon so ein bisschen das umrissen. Ich habe ja explizit am Anfang gesagt, hier sind es drei Sachen mit "Über Metaorganismus-Forschung sprechen". Ich meine, du bist ja die Expertin. Wenn es auch um Metaorganismus-Forschung geht, waren diese Sachen für dich (klar). Wie hast du auch darauf reagiert? Also zu sagen, dass du das schlechte Image von Bakterien aufgreifst oder die eigenständige Rolle definieren, ist es für dich etwas gewesen, wo du dachtest: "Ahh, das ist nochmal gut zu wissen? Oder war das sowieso klar von vornherein?"

85 **W1:** Nee, also ich meine, mir war es ein bisschen klar, weil wir da sogar vorher schon ein bisschen drüber gesprochen hatten, bevor du die Hinweise (geschickt hast). Also weil wir beide einfach drüber gesprochen habe. Aber ich finde es total wichtig, weil ich glaube nicht, dass das jedem Forschenden

klar ist, wie vor allen Dingen Kinder das wahrnehmen und oder die Lücken sind, die man irgendwie überbrücken muss oder wo man vorsichtig sein muss, dass man nicht. Ich meine, ich habe ja jetzt auch
90 über Krankheiten gesprochen in meinem Vortrag, dass die Kinder da nicht rausgehen und sagen, alle Bakterien sind furchtbar, also dass man da irgendwie nicht auf was man aufpassen muss. Also das finde ich super wichtig.

I: Ja, und zu dem zweiten Punkt "Vielfältige Einblicke in Forschung geben". Ich meine, du bist jetzt ja auch schon ein bisschen mehr in der Materie drin und wir haben auch viel schon darüber geredet. War
95 das für dich nochmals hilfreich, dass man das Augenmerk auf den Forschungsprozess legt? Die Hinweise dazu?

W1: Ja, auf jeden Fall, weil das im Vortrag einfach auch noch mal ganz anders macht. Also ansonsten denke ich mal, würden viele ihre Vorträge vorbereiten und wirklich nur über die reine Forschung sprechen. Und wenn wir hatten das dann beim ersten Mal auch schon so ein bisschen, da habe ich ja dann
100 noch die Fotos gemacht und so ein paar Videos aus dem Labor und so, das hätte ich sonst so auch wahrscheinlich nicht gemacht. Aber es ist auf jeden Fall gut zu wissen, dass das was ist, was die Schüler super spannend finden.

I: Und als letztes dann dieses "Einbindung der Zielgruppe am Darwintag". Damit hat das ja auch schon kurz was zu gesagt. Am Anfang hatte ich nämlich überlegt, ob nicht das viele Sachen von denen sowieso
105 schon klar sind. Aber das ist halt das, was auch in der Forschung teilweise an Tipps gegeben wird. Und ich habe das mit meinen eigenen, mit dem, was wir am Darwintag erlebt haben, hast du auch gedacht, bei der, besser gesagt mit einer Frage, die du nicht gestellt hättest, kannst du da einfach noch mal deine Meinung zu sagen, wie du dieses Tipps da fandest?

W1: Ja. Also war mir klar, würde ich sagen. Bei mir vielleicht so bis auf das mit der mit der Frage eigentlich alles mehr oder weniger klar schon vorher, weil ich da einfach von diesem ganzen Wissenschaftskommunikationsding generell schon viel drüber nachgedacht habe. Aber ich meine, ich würde
110 sagen, dieses Jahr waren die Vorträge alle sehr sehr gut. Aber wenn ich an letztes Jahr denke, hätten einige vielleicht noch mehr darauf achten müssen (lachen). Also ich glaube, es ist definitiv wichtig, selbst wenn da jetzt vielleicht nicht jeder einzelne Vortragende was mit anfangen kann. Oder ist das auf jeden Fall wichtig, das zu sagen, weil das ist nicht selbstverständlich, dass das gemacht wird.
115

I: Okay, ja cool, nehme ich gerne mit. Und bei der Gestaltung der Vorträge, was nimmst du da für dich nochmal so als take-home-message sage ich mal mit? Also hast du jetzt Sachen, so gesagt, wo du noch mal was über deine Forschung nachgedacht hast? Oder irgendwie als Rückmeldung, zum Beispiel das mit der Frage oder so? Hat sich daraufhin was bei dir geändert.

W1: Ja, das mit der Frage war auf jeden Fall ein AHA-Erlebnis, das auch sehr motivierend war (lachen). Und ansonsten, ich weiß nicht. Und die größte Herausforderung bei der Vorbereitung ist immer so die Reihenfolge und dass alles gut zu verbinden, dass man irgendwie die Infos in der richtigen Reihenfolge bringt, weil man ja schon auch wenn man keine Fachbegriffe abarbeiten möchte, muss man ja schon bestimmte Konzepte irgendwie einführen. Und dass man das so ein bisschen nebenbei macht und
125 nicht irgendwie so eine Folie hat, wo man dann alles runter rattert, was sich keiner merken kann, sondern das man das irgendwie halt anschaulich macht. Und ja, wie gesagt, in der richtigen Reihenfolge, dass es Sinn macht und irgendwie so eine Story ergibt. Also vielleicht ist das noch was, was vielleicht noch aufgegriffen werden könnte. Was man natürlich jetzt auch nicht..also so Storylining, dass man irgendwie vielleicht irgendwie so eine Art Geschichte oder so aus seinem Vortrag macht, dass man
130 nicht Fakten runter rattert, sondern dass das so ein bisschen was Rundes wird, was vielleicht auch ein Anfang und ein Ende hat und was irgendwie so ein bisschen (strukturiert ist). Da das zumindest was ich versuche darauf zu achten, weil ich irgendwie denke, dann bleibt es besser in Erinnerung, wenn man vielleicht irgendwie so das Gefühl hat, man hat eine Geschichte gehört.

135 **I:** Auf jeden Fall. Also das heißt, du hast speziell auch einen Vortrag für den Darwintag gebaut und das jetzt nicht einen anderen Vortrag genommen, den du umgebaut hast oder so?

W1: Nee, der war komplett komplett neu, komplett anders, komplett angepasst.

I: Hättest du das im Vorfeld? Wenn du jetzt nicht diese Tipps, hättest du das dann auch so gemacht, dass du einen komplett neuen Vertrag schon gebaut hättest? Oder meinst du, du hättest mehr auf bestehende Verträge (aufgebaut) und diese eher zusammengefügt und neue Folien ergänzt?

140 **W1:** Ich hätte wahrscheinlich auch so einen Neuen gemacht. Aber auch einfach, weil ich ja in den letzten Jahren diese Wissenschaftskommunikationskurse gemacht habe und mich generell beschäftigt habe und mich gerne damit beschäftige.

145 **I:** Ja okay. Ja, cool, nehme ich doch gerne mit und noch so in die Zukunft gedacht. Also welche Unterstützungsangebote? Ich meine, Du hast ja selber, bist du aktiv geworden und hast auch schon viel gemacht. Welche Unterstützungsangebote wünschst du dir dann noch so als Kommunikatorensicht also als Vortragender des Darwintages? Gibt es da spezielle Wünsche? Irgendwas wo du sagst, dass ist hilfreich?

150 **W1:** Also ich hätte gerne Feedback. Auch gerne Kritisches, was irgendwie vielleicht, was ich halt noch verbessern könnte, was vielleicht so schwierig war oder zu einfach oder was auch immer. Ja, also das hätte ich wirklich gerne. Sei es von euch oder von den Schülern oder von den Lehrern oder von allen. Also ich finde die Vorbereitung ist sehr gut und auch die Kommunikation und auch mit dir darüber zu reden. Ich weiß nicht, ob das alle so viel machen. Also das finde ich wirklich sehr hilfreich. Und ich meine, kriegt man wahrscheinlich auch so viel Unterstützung, wie man erfragt.

155 **I:** Meinst du es reicht manchmal schon, dass man auch einen Ansprechpartner weiß und dass man selber dahin kommt. Oder sollte man viel lieber auch so Workshopangebote optional einfach mal machen, wo man genau sowas bespricht oder so? Und dann kann der Interessierte vom SFB zum Beispiel bekommen. Wie siehst du das so?

W1: Also du meinst über den also nicht nur die Vortragenden beim Darwintag, sondern generell im SFB?

160 **I:** Genau. Also ob man da einfach auch viel mehr Angebote schafft und schaut, wer ist interessiert im Jahr oder so? Oder ob man es ob das schon reicht, wenn man irgendwie ein Anliegen hat und man weiß auch, der ist ja da, der kennt sich da ein bisschen mit aus und den kann ich mich einfach wenden?

165 **W1:** Ich glaube, so Termine motivieren dann vielleicht schon auch nochmal dazu, sich dann anzumelden und es dann zu machen und nicht von selber die Motivation zu haben. Also ich meine, ich fänd's super, nicht hingehen, aber einfach weil ich das ja so schon mache. Also. Und ja, ich glaube, wenn man dann irgendwie so ein konkretes Angebot hat, wo in fünf Sätzen steht, was man da lernen kann. Vielleicht ist es einfacher, als sich selber hinzusetzen und zu sagen So, jetzt schreibe ich mal Christina an, weil ich weiß, dass sie mir helfen wollte, denn so war es ja. Ich wollte wirklich meinen Vortrag vorher mit euch besprechen, aber da es dafür keine Deadline gab und ich einfach schlecht darin bin, mir welche zu setzen, hat es nicht geklappt.

170 **I:** Ja, kann ich verstehen. Und dann kommt der Alltag dazu und dann eigentlich auch viele Sachen, die man vielleicht auch nicht so plant oder wo man denkt, man hat mehr Zeit. Vielleicht.

175 **W1:** Und vielleicht, weil man dann irgendwie da konkrete Angebote hat oder Termine. Vielleicht ist es dann einfacher für die. Also wenn ihr das sogar innerhalb des SFB machen wollt oder so. Ich kann mir schon vorstellen, dass das Interesse groß daran wäre. Ich meine, wenn ihr Vorträge haltet beim SFB, kriegt ihr doch auch immer super viele Fragen und gutes Feedback. Also ich kann mir schon vorstellen, dass da auch Leute daran interessiert wären, vielleicht einen Kurs zu machen.

180 **I:** Also aus wissenschaftlicher Sicht, was wäre für dich? Ich meine, du bist jetzt auch schon auf so einem Level, wo du sagst, du hast auch schon dir selber Informationen und Sachen angeeignet. Was wären für dich hilfreiche Inhalte? Also ist es sowas wie ein Vortrag vor einer Zielgruppe und den besprechen? Oder wo könnte man noch irgendwie helfen? Aus der Perspektive oder aus der Sicht?

W1: Ja, ich meine Vorträge sind wahrscheinlich das, was wahrscheinlich am meisten gefragt wäre. Ja, ich denke mir dann so ein bisschen Grundlagen von Zielgruppen und Umfragen und keine Ahnung und auf welche Wörter man achtet und eigentlich die Gestaltungshinweise (lacht).

185 **I:** Ja okay.

W1: Mit Beispielen oder so ein bisschen aufgeführt oder so? Und. Dann halt Praxis. Also keine Ahnung mehr, als dass jeder (einen) fünf Minuten Vortrag über seine Arbeit vorbereitet und man dann jeder einmal fünf Minuten redet und das dann auch vielleicht bespricht und dann anhand dessen irgendwie vielleicht. Einige müssen das für Kinder machen, einige müssen das für Ältere machen, andere müssen das für 9 bis 99 machen. Also Beispiele aus verschiedenen Bereichen dann bekommt und das dann vielleicht anhand dessen bespricht oder so.

190 **I:** Ja cool, das ist eine gute Idee. Cool, dass nämlich der total gerne mit. Ja genau, dann sind wir am Ende angekommen. Hast du noch irgendwie was, was du gern loswerden möchtest. Du hast mir ja schon super viel mitgegeben.

195 **W1:** Also ne. Also das hat wirklich super viel Spaß gemacht. Also ich glaube nochmal werde ich bestimmt zum Darwintag gefragt, aber ja. (...) Also es gibt ja super viele Profiteure zum Darwintag: Die Schüler*innen, eure Forschung aber auch denke ich wir als Wissenschaftler

(Ende des Interviews)

Interview Wissenschaftler*in 2 (W2) - Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

I: Genau. Und dann würde ich diese Sachen also dein Interview auf jeden Fall anonymisieren und würde das einfach nutzen, um halt zu gucken, wie man auch verbessern kann aus verschiedenen Ebenen, also
5 aus Organisationsebene, morgen spreche ich mal mit Hinrich, was er dazu sagt und eben Wissenschaftlerebene und dann Schuleebene. Genau und einfach mal als Einstieg: Der Darwintag ist ja schon etwas her. Wie waren denn so deine Eindrücke, wie hat es dir denn so gefallen?

W2: Das hat mir sehr gut gefallen, mir das richtig Spaß gemacht. Also auch vorher schon, weil das hätte ich für mich auch noch mal was komplett Neues war. Irgendwie zu Schülerinnen und Schülern dann
10 irgendwie zu sprechen, die eigene Forschung mal so aufzubereiten, dass das auch wirklich das aufs Kleinste heruntergebrochen ist, dass man nicht irgendwie zu viel voraussetzt und es wirklich Spaß macht, sich mit der eigenen Arbeit noch mal so auseinanderzusetzen. Aber auch dann vor Ort. Also ich war auch echt super aufgeregt vorher, weil vor so vielen Leuten hab ich definitiv noch nicht gesprochen. Und ja, wenn man dann so ein bisschen einen Flow hatte, dann hat es echt Spaß gemacht und
15 hat mich dann auch recht sicher. Und ich habe auch das Gefühl gehabt, dass ich ein interessierter Gesichter geguckt habe. Also insgesamt sehr positiv auf jeden Fall.

I: Ja, cool ist ja und ist natürlich auch was ganz anderes. Ob wir da vor 1200 Schülern das ganze Audimax war ja voll oder ob man das irgendwie digital gemacht hat. Und ich habe dir diese Gestaltungshinweise gegeben. Was würdest du denn sagen auf so Designebene? Fandest du das gut von dem Umfang her
20 oder hättest du dir mehr oder weniger dazu gewünscht. Was ist so dein Eindruck wird?

W2: Also ich fand es super hilfreich, auf jeden Fall. Und ich habe echt auch versucht, einiges von dem einzubringen in meinen Vortrag. Also ich habe das auf jeden Fall vorher gelesen. Natürlich saß ich jetzt irgendwie nicht da und habe geguckt welchen einzelnen Punkt habe ich jetzt vielleicht noch nicht abgehakt oder so, aber ich fands richtig, richtig toll. Einfach mal wirklich nochmal heruntergebrochen zu bekommen. Worauf sollte man achten? Was könnte hilfreich sein? Und ich fand den Umfang voll okay.
25 Also wenn ich jetzt so eine Rechnung von zehn Seiten oder mehr bekommen hätte, das hätte ich wahrscheinlich nicht so gelesen. Ganz ehrlich und viel weniger glaube ich, geht auch nicht. Also ich glaube, das ist so vom Umfang her echt super praktisch. Einfach ganz klar auf so ein paar spezifische Punkte fokussiert und auch nicht zu viel. Also ich fands super hilfreich und ich glaube, ich würde es auch so
30 vom Umfang her echt nicht ändern wollen.

I: Und wie findest du diese dreiteilige Struktur?

W2: Ähm, muss ich sagen, da habe ich nicht so wirklich drauf geachtet. Es war für mich eher so ein Ding, das so aufeinander aufgebaut hat und natürlich verschiedene Aspekte. Aber dass das jetzt so dreigeteilt war, das sehe ich jetzt gerade wieder, aber das war mir jetzt vorher nicht so hängengeblieben. Das hat mich jetzt nicht beeinflusst.
35

I: Das heißt, wenn ich die jetzt nochmal anpassen würden, die Gestaltungshinweise für den nächsten Darwintag, damit sie das auch nutzen können. Hast du da speziell über ein, zwei Sachen gesagt gedacht: So, das könnte man noch anders formulieren, oder der Aspekt hat mir gefehlt.

W2: Ähm. Nein, überhaupt nicht. Ich finde, grundsätzlich habe ich das wirklich einfach so als einfach
40 so was darüber Stehendes genommen mit hilfreichen Angeboten, die ich jetzt aber nicht so gesehen habe. Von wegen ja, du musst das jetzt so machen oder sonst was, sondern ich habe das wirklich alles so gelesen, alles ein wenig optional. Schau mal hier rein, vielleicht hilft dir das und es hat mir wirklich geholfen. Aber ich würde jetzt nicht sagen, dass davon irgendwas jetzt obsolet ist oder ob das jetzt irgendwie was komplett fehlt oder so, sondern ich finde es einfach so insgesamt als Struktur etwas,

45 wo jeder und jede irgendwie etwas mit herausnehmen kann und deswegen finde ich es glaube ich echt
sinnvoll.

I: Und ich habe ja speziell auch so was wie ergänzende Tipps zur Einbindung der Zielgruppe am Dar-
wintag gefragt. Wie viel Erfahrung hast du denn zum Beispiel mit der Zielgruppe von Schülern? War
das für dich auch noch mal hilfreich, das zu sehen? Weil ich am Anfang überlegt hatte, ob ich das
50 überhaupt mit hereinnehme oder nicht, ob das eigentlich selbsterklärend ist.

W2: Also ich würde behaupten, ich bin schon irgendwie reflektiert und irgendwie auch so da dran
gegangen: Ja, das ist jetzt eine ganz andere Audience, als ich sonst habe, aber trotzdem fand ich es
super hilfreich, dass es hier auch noch mal so konkret stand. Also mit Schülerinnen und Schülern habe
ich überhaupt keine Erfahrung vorher gehabt. Das war das erste Mal wirklich. Und irgendwie, ja gut,
55 das aktive Einbinden. Das war jetzt bei mir nicht unbedingt der Fall. Aber ja, ich habe natürlich trotz-
dem versucht, irgendwie wirklich so das herzustellen. Ich meine, hat jetzt diese eine Folie, wo es um
die Datenmenge ging, verglichen mit ja, was hat das jetzt mit Netflix zu tun, so im Vergleich, wenn man
jetzt ein Videostream würde das von den Datenmengen her, um das einfach so ein bisschen in Ver-
gleich zu setzen. Und auch der Hinweis auf den Darwintag, den fand ich tatsächlich sehr sehr hilfreich,
60 weil ich mir das erstmal bei der Vorbereitung nicht so auf dem Schirm hatte. Ja, es geht jetzt irgendwie
um Darwin und so, natürlich um Evolution. Aber jetzt irgendwie konkret noch mal in Bezug auf Darwin
herzustellen, hatte ich nicht auf dem Schirm und da hat es auf jeden Fall nochmal geholfen. Ja, und
natürlich jetzt Punkt 10 "Anschauliche Folien", da habe ich mir sehr viel Mühe gegeben. Also ich wollte
da wirklich irgendwie auch was abliefern, was nicht komplett wirr irgendwie ist und am Ende alle da
65 sitzen und überhaupt nicht wissen, worüber ich jetzt geredet habe. Und ja, aber das ist grundsätzlich
auch so ein Anspruch von mir. Ich versuche schon immer auch viel Arbeit in Folien zu stecken, weil ich
das hasse, wenn man einfach überhaupt nicht mehr durchblickt. Und ich weiß natürlich, dass das super
schwer ist, sich auf das Wesentliche zu reduzieren. Aber ich versuche schon immer so eine Balance
dahin zu bringen. Aber hier natürlich dann auch noch mal ganz spezifisch auf eine ganz andere Audi-
70 ence, als es jetzt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern dann irgendwie der Fall wäre.

I: Wenn man noch mal auf die andere Seite kommt. Also jetzt haben wir über die allgemeinen Tipps
(gesprochen). Ich habe hier noch was "Über Metaorganismus-Forschung sprechen". Waren das für dich
Sachen, wo du sagtest, ah ja, dass das war besonders hilfreich in dem Moment? Oder hättest du so-
wieso die Sachen so eingebracht.

W2: Na ja, also für jemanden wie mich, der natürlich wirklich sich jeden Tag damit auseinandersetzt.
Na ja, diese ganze Idee von Bakterien sind jetzt auch unsere Freunde und jetzt nicht irgendwie schlecht
und so, also finde ich auch gut, das hier aufgeführt zu sehen, weil das vergisst man halt auch manchmal
einfach wirklich. Dann die diese Sache, diese Konzepte, die man einfach selber so verinnerlicht hat,
auch wirklich noch mal konkret für Leute herunterzubrechen, die da nicht jeden Tag mit zu tun haben.
80 Und deswegen fand ich das, also einfach nur vom Ding her, dass man es einfach nochmal hier vor sich
hat, sich noch mal konkret Gedanken darüber macht, finde ich das absolut sinnvoll. Ich weiß nicht, wie
ich es gemacht hätte, wenn ich das jetzt nicht vorher gelesen hätte. Wahrscheinlich hätte ich nicht
unbedingt diesen positiven Dings. Also natürlich ist es eigentlich immer so, diese Eingangsfolie bei uns,
so von wegen "Ja, wir leben mit ganz viel Mikroorganismen zusammen und die helfen uns bei ganz
85 vielen Prozessen" und das ist schon so was, was man natürlich dann auch in so einem Vortrag unter-
bringt. Aber wirklich da nochmal konkret zu sagen, die Bakterien sind auch wirklich wichtig und hilf-
reich und absolut nötig für uns, finde ich wichtig, das mal konkret hier aufgeführt zu haben.

I: Was jetzt zum Beispiel bei dem dritten Punkt "Vielfältige Einblicke in Forschung geben", war auch
sehr überraschend, sage ich mal so, dass die sich halt vom Darwintag halt vor allem diese Einblicke in
90 Forschung geben. War das für dich auch nochmal hilfreich? Weil das halt zum Beispiel bei uns, 2020

war glaube ich. Als wir das explizit in den Untersuchungen auch gesehen hatten. War das für dich hilfreich, das auch noch mal so zu sehen?

95 **W2:** Ja, ich glaube, das hätte ich sonst nicht gemacht. Also ich glaube, ich hätte jetzt nicht irgendwie über meinen Alltag als Forschung gesprochen, sondern wäre da vielleicht einfach so drüber hinweggegangen und so wirklich nochmal diese Abläufe zu erklären. Und wie kommen die Proben zu uns? Und
100 naja gut, ich sitze jetzt vor dem Computer, das ist jetzt nicht so anschaulich wie jetzt jemand, der im Labor steht oder so. Aber trotzdem habe ich das auch definitiv als Anhaltspunkt genommen, um auch wirklich genau das nochmal so zu zeigen. Wie kommen die Proben zu uns? Wie geht es dann mit der Sequenzierung weiter? Und wenn ich dann an der Reihe bin und so. Also fand ich sehr wichtig den Punkt, weil das wirklich etwas ist, was ich, glaube ich nicht auf dem Schirm gehabt hätte.

I: Okay, ist auch gut zu wissen, aber dann findest du auch diese drei Punkte ausreichend, dass man einfach so sagt das ist wichtig, zeigt das mal, oder?

105 **W2:** Ja, auf jeden Fall. Also ich glaube, dass macht Forschung auch einfach fassbarer. Wenn man die Leute irgendwie konkret oder sich selber dann halt einfach irgendwie bei der Arbeit zeigt. (Die Anderen) hatten ja dann nochmal dieses Video gezeigt. Das fand ich auch ganz lustig. Er hat auch nochmal so ein bisschen auf die Leute zu zeigen, die das irgendwie so machen, weil ich glaube, vieles ist dann glaube ich auch so abstrakt und dann irgendwie so, ja, durch diese Fernseh- und Videolinse ist das dann irgendwie so ein bisschen verzerrt, was machen jetzt irgendwie Forschende überhaupt? Und die dann auch als echte Menschen darzustellen. Ich glaube, da profitieren beide Seiten am Ende auch irgendwie
110 von, weil man dann vielleicht auch nicht so. Ich weiß es. Man hört es ja doch schon immer, dass es diesen "Avery Tower" gibt. Von diesen Forschenden, die da irgendwo sitzen und irgendwie so machen, was sie wollen. Und gerade auch mit COVID und so, wo es dann darum ging: ja, das ist doch eh vollkommen losgelöst von dem und ich glaube, da ist es wichtig zu zeigen, das sind ganz normale Menschen, echte Menschen, die auch wirklich Interesse daran haben, genau diese Verbindung herzustellen
115 zu der Laienbevölkerung und Schülerinnen und Schüler und sonst was. Und deswegen finde ich, dass es eine super interessante Geschichte und auch super wichtig einfach.

I: Meinst du der Darwintag und auch die Vorträge sind ein guter Weg das mal so zu zeigen, oder?

120 **W2:** Ja, definitiv. Also ich meine, ich habe das auch meinen Eltern geschickt irgendwie. Die haben natürlich auch überhaupt keine Ahnung davon, was ich so mache und wie so mein Alltag aussieht und die meinten dann auch so, das hast du richtig toll gemacht und dann ja, ist ja auch ganz schön, da irgendwie mal so Einblick zu bekommen. Und ich glaube auch, natürlich ist es irgendwie an Schülerinnen und Schüler gerichtet, aber ich glaube, dadurch, dass man echt noch mal hingeht und das irgendwie noch mal ganz herunterbricht auf so ganz rudimentäre Sachen. Also ist es theoretisch auch auf ganz andere Gruppen noch übertragbar. Und deswegen ist es voll super, dass es diesen Livestream mit Videoaufzeichnung und sonst was gab, um das wirklich auch nachhaltig zu haben. Und dann ja, also ich finde es
125 eine echt super tolle Sache.

130 **I:** Ja und man muss auch sagen, das kommt bei uns halt auch immer heraus. Das sind ja nicht alle Schüler, die aus dem naturwissenschaftlichen Profil kommen in der 13. Klasse und können die halt schon auf einem super hohem Niveau, können dir halt folgen, sondern ganz viele sind vielleicht auch neunte, zehnte Klasse, machen vielleicht ein Musikprofil und haben gar nicht so viele Berührungspunkte damit. Und das muss man irgendwie beides abzudecken, ist vielleicht gar nicht so leicht. Meinst du, dass ist vielleicht auch ein hilfreicher Tipp?

135 **W2:** Ja, also das, was ich irgendwie gehört hatte, war, dass das eigentlich alles so Bioprofil-Leute waren, die dann auch so um zumindest ein grundsätzliches Wissen über die biologischen Prozesse und sonst was haben. Aber dass es da jetzt tatsächlich auch ganz andere Profile gab, das war mir nicht bewusst.

I: Also das Ding ist also die haben einfach alle auch so eine Base, sag ich mal so, weil die auch alle immer Biologie auch immer habe. Aber das Ding ist das da halt. Sieht man manchmal auch an den Fragen, was die halt so stellen. Manche Fragen sind super spezifisch und dann denkst du, die haben das wohl verstanden. Aber das sind dann halt immer auch die, die natürlich irgendwie dann hervortreten und ganz viele andere, das merkt man dann an der Lautstärke, die kommen da gar nicht mehr mit. Die verstehen das vielleicht nicht und schalten ab. Okay, dann kann ich das mit der Zielgruppe vielleicht ja auch noch mal als Tipp mit hereinnehmen.

W2: Ja, das war mir tatsächlich überhaupt nicht bewusst. Also ich war wirklich davon ausgegangen, dass das wirklich eher schon irgendwie so ein Fokus auf Biologie schon haben. Und Naturwissenschaften zumindest, was jetzt irgendwie nicht unbedingt was geändert hätte jetzt in der Art und Weise, wie ich es gemacht habe, aber ich wusste es einfach nicht.

I: Ja, also ich würde sagen, bei den letzten Evaluationen war immer so sind schon auch vor allem die, aber es sind ja meistens an Schulen nur so ein, zwei Profile. Im besten Fall hast du noch ein naturwissenschaftliches Profil mit Physik-Schwerpunkt, dann mit Biologie-Schwerpunkt. Dann würden die vielleicht kommen, aber das sind halt zwei. Wenn die halt aber sagen, wir wollen es mit der Oberstufe machen, dann sind es ja fünf Klassen insgesamt und deswegen. So kommt das manchmal zu Stande. Also du hast eben gerade schon gesagt, dass du das auch deinen Eltern, so dass du das mitgenommen hast. Was nimmst du denn für die Gestaltung der Vorträge? Nimmst du das für dich irgendwie so eine take-home-message oder irgendwie sowas mit?

W2: Ja, ich glaube, für das Grundsätzliche nicht unbedingt. Also dadurch, dass ich ja eh mir schon eigentlich immer so als Aufgabe gebe, Vorträge möglichst selbsterklärend und auch irgendwie visuell ansprechend zu machen. Das ist jetzt einfach nur noch ein anderes Level davon. Aber da nehme ich jetzt nicht in der Art und Weise viel mit. Ich glaube, die Folien, die ich da gemacht habe, sind vielleicht für ein paar andere Sachen noch mal recycelbar. Ja, das schon, aber ich glaube, das war eher so ein "One of Ding", wo ich Lust hatte einfach was zu investieren. Aber ja, ich glaube, in der Art und Weise für mich jetzt da was mitnehmen. Es war gut, das gemacht zu haben, wirklich nochmal, sich einfach so ein bisschen zurück zu besinnen. Aber ja, ich glaube, der große Profiteur..Ich glaube, ich habe eher viel investiert und eine schöne Sache. Aber ich glaube, ich selber profitiere davon jetzt nicht unbedingt so sehr.

I: Und noch mal die abschließende Frage: Also das waren jetzt ein Unterstützungsangebot. Gibt es für dich auch noch andere Wege oder andere Formate, wie man dir noch helfen könnte, deinen Vortrag oder dich irgendwie so vorzubereiten auf Vorträge in der Wissenschaftskommunikation? Also das Gefühl, da fehlt irgendwie Wissen?

W2: Ja, das ist schon schwierig. Ich muss ja auch sagen, wenn ich Vorträge halte. Ich habe nicht unbedingt immer Ewigkeiten Zeit, mich darauf vorzubereiten. Meistens sind es Sachen, die man dann irgendwie innerhalb von einem Tag dann irgendwie zusammen schmeißt und trotzdem versucht, es möglichst gut zu machen. Und da jetzt dediziert Wissenschaftskommunikation einfließen zu lassen, ist glaube ich echt nicht so einfach im Alltag einfach damit zu verbinden. Ich glaube, es sind eher so Sachen, die man dann vielleicht als Kursangebot oder so als was Begleitendes irgendwie dann einmal in einem Vierteljahr vielleicht einfach mal so ein Meeting oder so, wo man vielleicht so ein paar Sachen Grundlagen irgendwie durchgehen kann, wo man sich gegenseitig auch Tipps geben kann. Das wären vielleicht so Sachen, aber ich glaube, so echt im Alltag ist es also das muss man entweder verinnerlicht haben und Interesse daran haben oder oder es funktioniert halt einfach nicht. Aber ich glaube, wenn wenn ihr jetzt irgendwie bei den Leuten anklopfen würdet und irgendwie sagen würdet "Ey, wie können wir dir helfen" und sonst was. Ich glaube, das wäre irgendwie auch vergeblich, dann irgendwie, weil ich glaube an vielen Stellen das einfach nicht nicht so einfach übertragbar ist. Also ich glaube, da muss wirklich die Person einfach selber sagen, "ich habe Lust darauf, irgendwie mich da ja selber herein

zu investieren" Irgendwie mal Vorträge, vielleicht auf eine Art und Weise irgendwie zu erstellen, dass sie auch ansprechend sind und so und dass ihr dann irgendwie dasteht und das bekannt ist, dass ihr dann grundsätzlich da seid um Feedback zu geben, um grundsätzliche Techniken mal zu besprechen oder sonst was. Das ist voll super, wenn das einfach bekannt ist. Aber ich glaube jetzt irgendwie bei den Leuten, ich glaube, das reicht, wenn man dann irgendwie ab und zu genau auf solchen SFBs ist und sonst was auf diesen Retreats dann irgendwie ja, dass dann Ilka zum Beispiel da steht und sagt, dass ihr das quasi anbietet, dass wir irgendwie Fragen sind, dass man euch irgendwie approachen kann und sonst was. Ich glaube, das ist super hilfreich, weil man so auf dem Schirm einfach bleibt. Aber ich glaube ja, Angebote schaffen und sagen hier, wir sind da und ansprechbar, das ist super. Aber jetzt irgendwie zu sagen, ja, wir bieten jetzt irgendwie für euch Vortragenden irgendwie noch mal so einen Halbtagsseminar an und sonst was. Ich glaube das wird bei der Hälfte dann sowieso nicht in den Tagesplan passen. Und ich glaube, das kann man sich dann auch... Also dann lieber sagen ja, wir bieten das offen für alle an und wenn dann Leute konkret gerade irgendwie solche Sachen haben, dann auch mal darauf hinweisen.

I: Also du meinst, wenn man auch über den SFB einfach so weiterhin mal einfach so einen Workshop oder so macht, das wäre dann schon so ein Angebot, was ganz gut wäre.

W2: Ja, auf jeden Fall. Ja, das hatte ich mir so ein bisschen auch eine andere Art und Weise gewünscht von diesen Grafikdesignern und sonst was. Da gab es ja auch mal diesen Workshop und der war auch eher Quatsch. Leider. Ich glaube, es ist auch so die Vorstellung irgendwie hier die zehn Designprinzipien, die du befolgen sollst. Ich glaube, das gibt es halt einfach nicht. Und ja, aber ich glaube, bei Wissenschaftskommunikation ist vielleicht so ein bisschen einfacher, da ein bisschen konkreter zu werden.

(Ende des Interviews)

Interview mit Wissenschaftler*innen 3,4,5 (W3, W4, W5)

(Begrüßung und Einleitung)

I: Genau, also ich fange einfach Mal an. Der Darwintag ist schon bisschen her und Lena hat mir geschrieben, ihr habt euch auch nochmal ausgetauscht besonders mit Barbara. Wie waren denn so eure Eindrücke erst mal vom Darwintag wie habt ihr das so wahrgenommen?

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

W3: Soll ich loslegen: Okay, also ich kannte den Darwintag ja schon als Zuschauer, und ich bin das, ich erinnere mich, dass es damals mehr als viel größer bekam und viel voller, und als wir tatsächlich da waren, Diesmal fand ich es gar nicht so gerammelt voll, war für mich entspannter als, als dass sie in Erinnerung hatte. Und also generell hat es mir total viel Spaß gemacht, und ich fand irgendwie schön, mal vor einem anderen Publikum zu sprechen. Gleichzeitig dadurch, dass wir halt so herein geworfen wurden, wusste ich gar nicht so genau, wie ich mich darauf vorbereiten kann, vor allem, was mich ein bisschen gestresst hat im Vorfeld waren natürlich die Fragen, die teilweise schon vorgefertigt waren, aber dann andere natürlich auch vom Publikum kamen, und das ist so für mich persönlich eher so eine Stresssituation, sodass ich weiß, okay da kommen Fragen, auf die ich nicht unbedingt vorbereitet bin, vor allem nicht im fachlichen Kontext, sondern das ist eher was ganz Allgemeines und natürlich wissen die, also ich erinnere mich jetzt ganz speziell an eine Frage, wo es glaube ich um Antibiotika, warum sollten wir Antibiotika einnehmen, wenn die so schlecht sind für unser Mikrobiom im Darm. Und ich bin jetzt natürlich nicht die absolute Fachfrau in dem Gebiet, aber das kommt natürlich nicht so rüber, weil ich diesen Vortrag so gegeben habe, und das war so ein bisschen...natürlich sind das eher allgemeine Fragen. Darauf hätte ich eigentlich auch kommen können, aber man wird dann schon ein bisschen ins kalte Wasser geworfen. Das war für mich ein bisschen stressiger, aber sonst fand ich es..., hat es mir wirklich Spaß gemacht und es ist einfach eine ganz andere Erfahrung.

W4: Also ich kann das eigentlich so echt nur unterschreiben. Ich war vorher super aufgeregt und auch als wir da saßen und als man dann auf der Bühne stand: Ich fand es super, ich fand das war eine super coole Erfahrung, das hat mir unendlich viel Spaß gemacht. Weil ich fand, vorher dachte ich noch, uff sind das viele Menschen. Ein bisschen konträr zu dem, was Barbara gerade gesagt hat und als ich dann vorne stand dachte ich mir „so schlimm ist es jetzt auch nicht“, obwohl der Saal ja komplett voll war und man wusste es sind noch super viele online. Ich fand es aber an sich gut, dass es die Fragerunde gab, als ich fand zwar auch, das war für mich so der stressigste Teil eigentlich, weil das dieses Unberechenbare ist. Klar, man wusste durch die vorgefertigten Fragen, ihr werdet uns da nicht ins offene Messer laufen lassen, Licht ins Messer laufen lassen, und man kann sich ein bisschen drauf vorbereiten, aber man steht denn halt dann da und muss ad hoc sehr komplexe Antworten zum Teil geben. Und das fand ich dann auch mit das stressigste, aber fand es ein bisschen gut, dass wir Fragen hatten, die wir auch mit Katja vorher nochmal besprechen konnten, um uns etwas drauf vorzubereiten. Aber ich fand es gut, dass es das gab und nicht noch einen weiteren Talk gab, wie die Jahre davor.

W3: Und das habe ich jetzt grad noch vergessen, sorry, das muss ich nochmal kurz mit einwerfen. Ich glaube, warum ich das so stressig fand. Diese Geschichte mit den Fragen war auch, weil ich wusste das wird jetzt für die Nachwelt aufgezeichnet. Ich glaube, das ist (betont) für mich immer ein Teil, wo ich weiß, okay, das wird mich jeder in der Zukunft finden im Internet, und dass es mir immer so ein bisschen...also da bin ich immer etwas vorsichtig mit und wäre das nicht gewesen, glaube ich, wäre ich mit vielen Sachen einfach entspannter umgegangen.

I: Du hast ja auch schon ein Vortrag gehalten, kannst du dich da noch dran erinnern: Waren deine Erfahrungen da ähnlich?

W5: Ja schon, aber ich hatte das ja mit den Fragen nicht. Also deswegen was jetzt W3 und W4 eigentlich so als Hauptstresspunkt identifizieren, hatte ich nicht. Ich weiß noch, dass ich, wann war denn das, vor drei Jahren? Also ich den Talk gegeben habe, dass ich da schon auch super aufgeregt war und hatte

es auch sehr ernst genommen und war, glaube ich, sehr sehr gut vorbereitet. Ich hatte den Talk auch einmal ... weiß ich noch undTest gehalten, und die hatten mir dann nochmal Feedback gegeben. Dann hatte ja ... das auch nochmal herein gebracht, dass er meinte Ja, wir sollten die mal so wirklich erklären was eine Hypothese ist und das dann auch wirklich so präsentieren. Das man wirklich sagt, okay das war unsere Hypothese und was mir zuerst nicht gepasst hat da hineinzubringen und dann habe ich ja dieses Video gemacht mit [Name von Wissenschaftler*innen] zusammen. Bzw. Barbara hat das ja auch damals echt federführend durchgeführt und so. Also deswegen fühlte ich mich dann schon auch in dem Moment, als ich dran war, so super wohl und ja. Aber klar die Aufregung vorher war auf jeden Fall auch da. Es war halt vorher so laut, das hattet ihr ja gesagt, das war dieses Jahr überhaupt nicht. Aber da kann ich mich auch noch mal so daran erinnern, dass man das wirklich nicht gewohnt war. Dass ich es als extrem laut empfunden habe. Und ja, die haben dann ja auch mit Papierfliegern geworfen und so was, also das war für mich dann natürlich noch mal einfach eine neue Erfahrung und sonst hat es mir auch super viel Spaß gemacht, aber ich glaube das was euch gestresst hat, fehlte dann aber letzten Endes schon auch, weil ich hatte dann ja diesen Vortrag gehalten und dann kam der nächste dran und dann sind wir danach mit den Vortragenden zum Essen gegangen, also war halt überhaupt keine Interaktionen letzten Endes mehr mit dem Publikum so direkt. Ich hatte ja so zwei Fragen hereingeschmissen, also ins Publikum und ja auch dann Antworten bekommen, aber es war eine ganz andere Strategie damals. Wir hatten uns damals ja gegen Fragen tatsächlich entschieden. Von daher, muss ich dann aber auch sagen dass man letzten Endes nicht so wirklich in Interaktion tritt mit dem Publikum.

I: Ja spannend, ja genau das sind auch Sachen, die durch meine Arbeit eben auch hervorgekommen ist, dass sich das immer mehr gezeigt hat. Das sind auch so Sachen, die sich Lehrkräfte auch davon wünschen und dann ist es vielmehr auch den Forschenden kennenzulernen, die Arbeitsweisen kennenzulernen und sie sagen immer Fachwissen, das kann ich teilweise eben dann auch nachlesen. Und ich kann den Punkt so ein bisschen verstehen, aber andererseits bringt dir [das] natürlich irgendwie auch nichts, kann das eine nicht ohne das andere geschehen, nicht ohne das andere geschehen, deswegen ist es immer ganz gut da, wie man das gewichtet und wie man die Sachen auch hineinbringt. Genau ja also ich geh jetzt mal den Schwenk zu diesem Gestaltungsrichtlinien, das ist nämlich auch ein Ding, was ich da vor ein paar Jahren mit hineingebracht habe, weil ich genau gemerkt habe das so gewisse Sachen vielleicht unterstützend sein kann. Und auch da wollte ich euch fragen, wie ihr damit umgegangen seid eigentlich mit diesen Gestaltungsrichtlinien: Habt ihr gedacht, so jeden Punkt okay, denn kann ich im Vortrag wieder finden oder war es so optional, oder wie habt ihr euch so angeschaut, die Gestaltungshinweise?

W3: Genau, da muss ich jetzt glaube ich was zu sagen, ich hatte mir das schon an geguckt, aber kannst du nochmal heruntercollen? Also ich glaube, bei den meisten Punkten dachte ich, dass es mehr oder weniger drin ist.

I: Genau, ich hab das in drei verschiedene Facetten hier: Einmal über Metaorganismus-Forschung sprechen, dann wie gebe ich vielfältige Einblicke in Forschung und auch wie kann ich die Zielgruppe am besten erreichen?

W5: Genau ja genau. Also ich hatte davon zwei Punkte mitgenommen, die aber dann wie gesagt nicht verwirklicht wurden. Einmal mal war das dieses Bezug zu Darwin herstellen und Evolution, das fehlt mir halt. Also ich bin keine Evolutionsbiologin, ich hab mich ja so hinein geschlichen in Gruppe, aber ich merke es auch immer wieder. Ich bin echt keine auch von Haus aus keine Evolutionsbiologin. Und es gibt diesen Bezug halt nicht, nicht so direkt wie bei anderen vielleicht. Vielleicht deswegen wär das ein bisschen erzwungen gewesen, aber ich weiß noch, dass ich mir vorgenommen hatte, mir darüber nochmal Gedanken zu machen. Ob man nicht trotzdem, auch wenn es vielleicht ein bisschen erzwungen wäre, da nicht irgendwie so ein Link darstellen könnte, weil das sehe ich schon ein, dass wahrscheinlich viele Lehrer das ja auch wirklich vermutlich dann in der Schule durchnehmen, wenn das

95 Thema Evolution ist, weil es eben der Darwintag ist. Und dann hatte ich mir noch so sehr zu Herzen
genommen, was du mir gesagt hattest während des Metaorganismen-Retreats im Oktober, wann war
das, egal, doch im Oktober. Das nämlich es auch gut wäre, weil oben ist ja auch dieser Punkt, dass man
eher den Leuten auch vermittelt, wie Wissenschaft wirklich funktioniert, Einerseits, haben wir das auch
gemacht durch das Video finde ich. Also dadurch indirekt kriegt man ja einen Einblick wie die Leute da
100 im Labor sitzen und agieren und so. Aber du hattest dann ja auch mal gesagt, es wäre cool von den
Fehlschlägen so ein bisschen zu berichten, und da hatte ich mir auch Gedanken gemacht, das hatte ich
glaube ich auch mal mit ...diskutiert. Aber tatsächlich wäre da dieses Projekt, was ich da so kurz vor-
stelle, das falsche gewesen, weil da gab es keine wirklichen Fehlschläge bis dahin, aber trotzdem das
hatte ich mir...diese beiden Punkte hatte ich mir eigentlich nochmal vorgenommen, das weiß ich noch
105 und wollte das dann auch im Gespräch mit dir und Jakob noch mal besprechen. Aber wie gesagt, dass
kam dann ja leider nicht dazu. Und als den vor drei Jahren vorbereitet habe, gab es da schon diese
Richtlinien?

I: Ne, die habe ich dann darauf einführt.

110 **W5:** Ah okay, ja deswegen. Kann ich da sonst gar nicht mehr viel zu sagen. Das heißt nichts davon ist
dann wirklich durch deine Richtlinien in den Vortrag gelandet, aber hätte sein sollen.

I: Ich muss aber ganz kurz fragen W1 und W2: Kennt ihr die ganzen Gestaltungsrichtlinien? Habt ihr
die mal gesehen?

115 **W3:** Die hast du uns glaube ich schon geschickt, ich habe die so überflogen und tatsächlich auch wenn
ich das jetzt noch mal so sehe, habe ich schon das Gefühl, dass [Name eines Wissenschaftlers*in] in
ihrem Vortrag sehr viel da mitgenommen hat. Also ich glaube auch das Video war, weil du es grad
nochmal angesprochen hast, das ist, glaube ich, das zum Beispiel, dass man bisschen, wir da drunter
war noch ein Punkt "persönliche Verbindung zur Forschung sichtbar machen", so Dinge halt, also so
ein bisschen, ich glaube, da gibt es viele, so Teile im Vortrag, die eben genau diese Richtlinien dienen,
eigentlich so wie ich das sehe.

120 I: Ja, ich muss dazu auch sagen, ich hab mit Lehrkräften jetzt ja auch noch gesprochen zum Darwintag
und wenn es über den Vortrag geht von dir W3, dann reden die immer von dem Video. Es ist echt so
ein Punkt, der natürlich total nachhaltig irgendwie den noch in Erinnerung geblieben ist. Also das ist
richtig gut angekommen.

125 **W5:** Das freut mich, und es überrascht mich auch nicht, weil es war ja wirklich so, das kann man mir
so, dass ich so dachte "boah" die Vorteile von *C.elegans* jetzt einfach so herunter zu dröseln. Das ist ja
ein super langweilig, und ich glaube auch wir als *C. elegans*-Forscher finden es dann nochmal langwei-
liger, weil es immer das gleiche ist. Aber man muss halt auch sagen. Es war natürlich auch super viel
Arbeit von W1 und ..., was da hereingeflossen ist, und ich glaube, es kommt auch ehrlich gesagt, es
hört sich jetzt vielleicht blöd an, aber es kommt gut an, weil es auch super gepasst hat und auch weil
130 das spezifisch für den Darwintag gemacht haben. Und ich glaube, ich habe die anderen Vorträge jetzt
auch alle nicht gesehen, also dieses Jahr nicht, letztes Jahr und ich will da auch niemanden vergleichen,
aber ich glaube halt oft haben die Vortragenden vermutlich keine Zeit, dann extra sowas...also hatte
ich ja auch nicht. Deswegen bin ich ja W1 und [Name eines Wissenschaftlers*in] so dankbar, weißt du
was ich meine? Ich glaube, wenn immer mal was wirklich spezifisch macht für eine Veranstaltung und
135 mit diesen Richtlinien und den Gedanken im Hinterkopf dann hat es glaube ich Erfolg auch Erfolg.

I: Genau das glaube ich auch. Genau. Also bei diesen Hinweisen habe ich das ja dreigeteilt, das heißt
einmal zum Inhalt über Metaorganismus-Forschung sprechen verschiedene Sachen, dann wie gebe ich
vielfältige Einblicke und eben noch Infos zur Zielgruppe. Findet ihr alle drei Punkte irgendwie wichtig
und von dem Umfang her für zwei Seiten her ist es ausreichend oder wie schätzt ihr das so ein?

140 **W3:** Das ist so ein Kritikpunkt oder nicht Kritikpunkt, also sowas wo ich denke immer, das ist mir vor allem weil ich da so hereingeschmissen wurde ein bisschen schwerer gefallen. Und es steht hier nämlich auch, was die Zielgruppe der Oberstufenschülerinnen. Es steht zwar da beschrieben, aber ich kann mir wirklich (betont) super schlecht vorstellen, was das Wissen ist, also dafür ist es bei mir dazu lange her, und ich weiß nicht genau, ob es in Schleswig-Holstein genauso unterrichtet wird in Bayern vor 50

145 Jahren. Also das fand ich total schwer zu wissen, was schon bekannt ist und was nicht. Ich habe ganz kurz mit einer Lehrerin gesprochen, mit[Name einer Lehrerin] und die meinte dann so, ich habe dann nur kurz so gefragt, was denn ihre Schüler so mitgenommen haben, und sie meinte, die haben gar nichts verstanden. Und dann habe ich auch so gedacht "okay, cool". Deswegen war ich ein bisschen...also da fehlt mir einfach noch so das Wissen, was eigentlich so gelehrt wird.

150 **W5:** Und die haben nichts verstanden, haben sie gesagt?

W3: Ja, also das haben sie gesagt. Sie haben nichts mitgenommen.

W5: Na, das ist natürlich traurig.

W3: Ich weiß nicht genau, was ihre Klasse war, so was die für eine [Klassenstufe sind?]...also das weiß ich nicht, was die für Voraussetzungen hatten.

155 **W5:** Und sie hat das ja auch vorher mit denen auch vorher gemacht oder? Hast du sie da mal gefragt, ob sie auch die Lehrmaterialien und so alle genutzt hatte?

W3: Ahh, das habe ich glaube ich gemacht. Also habe ich sie da? Also ich weiß es nicht mehr genau, was sie dazu gesagt hatte. Ich glaube sie wollte es nochmal mit denen aufarbeiten.

W5: Also sonst, ich weiß es nicht wie viel Kontakt du zu Lehrern sowieso hast. Können wir den Kontakt auch nochmal herstellen, also [Name einer ehemaligen Mitarbeiterin] die hat früher bei uns gearbeitet. Die ist nämlich auch ausgebildete MTA und hat dann aber noch auf Lehramt studiert und ist jetzt schon seit Jahren auch als Lehrerin tätig.

160 **I:** Ja, super, ich komme da gern nochmal drauf zurück. Aber das ist als Rückmeldung habe ich das auch gekriegt von den Lehrkräften, dass euer Vortrag am schwierigsten zu verstehen war, weil er am meisten an Vorwissen halt da erfordert und dass das halt für Schüler, besonders für die, die nicht in den Naturwissenschaften im Profil ist, nochmal schwieriger ist und für die anderen auch, also genau.

165 **W5:** Aber das ist ja auch nochmal super wichtiges Feedback, wie gesagt ich habe jetzt die anderen Vorträge ja auch nicht gehört letztes Jahr aber, ja guck, da bin ich jetzt auch echt erstaunt darüber weil ich denke, krass es ist schon so stark für uns heruntergebrochen, weißt du ja I, dass man da nur so denkt: Krass, also wenn sie das nicht verstehen, so dann...ja gut, das ist ein wichtiges Feedback, das muss man sich halt auf jeden Fall [anhören].

I: Was sie auch immer sagen, ist, dass Schüler unglaublich mit dieser Masse nicht so gut umgehen können, also dass man halt eher sagt, man macht das mit in einem Beispiel mit einer Grafik, weil die halt in der Schule ganz häufig lernen, sich eine Grafik ganz genau anzugucken und dann X, Y Achse und sich dann halt einzelne Punkte und wenn dann halt aber fünf Grafiken kommen, dann ist es so, dass die irgendwann total abschalten. Das so als ein Punkt. Und das ist natürlich...(lachen) irgendwie kann ich das verstehen, eure Daten sind natürlich irgendwie das, was man auch vorweisen kann, worauf man dann ja auch irgendwie so ein bisschen stolz ist, was man auch zeigen möchte, aber ja!

175 **W3:** Ich bin da tatsächlich etwas überrascht auch darüber, weil ich kann mir vorstellen, dass das auch schon ein wenig an der Gewichtung auch liegt. Also wenn man jetzt hat W3 Vortrag sieht, das ist, glaube ich, ein Drittel Einleitung oder sogar fast um die Hälfte, so 15 Minuten Einleitung, und dann hat man glaube ich noch zehn Minuten, wo es wirklich um pure Daten geht, um das Projekt und dann noch so fünf Minuten hin und her. Und wenn ich mir dann halt überlege, was [Name des Forschers] gezeigt

180

185 hat, und [Name eines Forschers] Forschung ist einfach von...finde ich von Natur aus viel komplexer.
Und ich weiß auch, er hatte so Folien, wo so viele Graphen drauf waren und ich glaube er wollte nur
eine Sache damit beschreiben. Dann kann ich mir halt vorstellen, dass er da einfach viel drum herum
erzählt hat. Was halt irgendwie interessant war, was vielleicht nicht direkt in seine Forschung mit ein-
fließt, also was in seinen Forschung einfließt aber was nicht direkt seiner Forschung entspricht, dass er
190 aber seine direkten Daten vielleicht ein bisschen vorsichtiger behandelt hat beziehungsweise einfach
nur fünf Minuten da aufgewendet hat. Aber ich weiß leider gar nicht mehr so genau. Aber ich kann
mich noch daran erinnern, dass es einfach echt viele Informationen war von [Name des Forschers]. Gar
nicht, also ich meine es auch gar nicht schlecht oder so, aber wo ich dachte das geht jetzt richtig, das
geht auf jeden Fall zur Sache.

195 **I:** Ich glaube er hat immer den Punkt, dass er halt mit Menschenaffen und das er halt das macht. Und
da zieht es halt so krass. Und dadurch sie halt *C. elegans* nicht kennen, ist es schon mal der erste
Punkt. Das wird halt in der Schule nicht unterrichtet und dann versuchen wir natürlich durch unsere
Materialien das vielmehr in der Schule zu machen. Ja unabhängig von dem Fadenwurm gibt es da halt
das und das und das ist doch total spannend. Aber bis die dahinkommen ist es für manche Schüler total
schwierig. Und ich glaube da sind so Videos total gut, sind vielleicht auch so Aufhänger ganz gut und
200 genau.

W5: Aber das habe ich gerade auch gedacht, dass natürlich auch das, wenn die sagen, sie haben das
nicht verstanden, dass es eher so darum geht: Die haben nicht so verstanden, was wir da überhaupt
machen und warum wir das machen an einem Wurm und sowas. Vielleicht auch so dieses generelle,
aber dann ist ja auch total schade, weil dann hält man halt einen Vortrag nur über den Wurm. Wenn
205 man da denn wirklich auch überzeugen wollte, müsste man dann tatsächlich auch den Vortrag anders
aufziehen. Und käme dann eigentlich gar nicht zum wirklichen Thema und ich habe das Thema sogar
jetzt vor kurzem gehabt in einem Masterkurs vor es um 'scientific presentation' geht. Und da ging es
um diese *elevator talks*, so "erkläre deine Wissenschaft in 3 Minuten" und ich habe denen gesagt,
sobald man erwähnt, das man mit dem Wurm arbeitet oder mit der Fliege oder was weiß ich, hat man
210 verloren. Weil dann geht es nur noch darum. Aber das ist dann vielleicht nochmal ein wichtiger Punkt,
ich meine ihr versucht es ja wirklich schon so vorzubereiten, aber ich frage jetzt übrigens immer meine
Bachelorstudenten in [Name des Kurses], frage ich auch immer nochmal, warum überhaupt Modellor-
ganismen und welche Modellorganismen kennt ihr? Also dieses ganz generelle Prinzip ist überhaupt
nicht verstanden. Sie sind sich darüber auch nicht im Klaren, dass ja da [Name des Vortragenden] sozu-
215 sagen eine Ausnahme ist, auch im Sonderforschungsbereich. Also wir arbeiten ja sonst alle mit Model-
lorganismen, das ist ein super interessanter Punkt einfach und dafür ist der Darwintag so toll, dass das
in der Schule überhaupt (betont) nicht ankommt.

I: Jaa.

W5: Die Rolle von Modellorganismen in der biologischen Forschung.

220 **W3:** Und das habe ich nämlich, da habe ich auch schon oft darüber nachgedacht über diese Geschichte
mit den Modellorganismen. Also es fängt für uns ja schon immer da an, wenn jemand sagt: Was forschst
du denn überhaupt und dann musst du erstmal anfangen warum denn der Wurm und so weiter. Und
ich habe mir gedacht, wenn ich noch mal dann D oder E Suche und dann total Bock habe sowas zu
machen, dann mache ich ein Museum auf mit Modellorganismen. Ich weiß nicht, ob ihr schon mal in
225 Amsterdam, in dem Museum für Mikro Pi, also es ist einfach ein Mikробen-Museum und es ist direkt
am Zoo und es ist einfach so schön gemacht. Also das ist einfach...da geht man herein und es ist einfach
wie für Mikrobiologen gemacht oder auch für alle Interessierte. Und dann kannst du dir halt alle Bak-
terien, alle Mikробen und Pilze angucken und auf Platte und einfach so am Mikroskop und es einfach
super schön gemacht und ich glaube da ist sogar auch *C. elegans* mit dabei. Und das einfach nochmal
230 so aufarbeiten, dass man einfach alle Modellorganismen, die so klassisch sind, also sprich Wurm,

Fliege, Maus, was auch immer, dass man das einfach nochmal an Beispielen belegt, warum es wichtig ist und welche große Forschung da mit diesen Modellorganismen betrieben wurden und das dann könnte tatsächlich, ich weiß nicht wie man das auf Darwin münzt, aber das könnte tatsächlich mal ein Thema eines Darwintages sein. Weil da gibt es genug Leute in Kiel, die ihre Modellorganismen beschreiben können. (Pause) Und da könnte man tatsächlich bei so kleinen Viechern wie *C. elegans* oder *Drosophila*, die könnte man da tatsächlich auch mal live zeigen. Dann hat man so eine Platte und dann können sie sich das am Bino angucken, das ist dann tatsächlich zum Anfassen.

I: Das war nämlich auch der Tipp von einer Lehrkraft, mit der ich jetzt gerade vor zwei Wochen geredet hat, oder ein bisschen länger her. Ob man nicht bei dem *C. elegans* Thema, ob ihr das nicht mal machen könnt. Indem ihr das mal mitnimmt, indem ihr ein Video macht. Ob das nicht vielleicht ein Weg ist, ein bisschen besser eure Forschung vorzustellen. Da wollte ich euch heute nämlich auch mal fragen: Ist es überhaupt möglich, dass auch am Darwintag irgendwie mal zu machen oder in dem Rahmen?

W3: Ne, das ist alles möglich und wir hatten...es gibt ja diese Interaktion mit der Forschungswerkstatt und so weiter.

I: Ja, genau.

W3: Genau, das Leute genau *C. elegans* auch mit in die Schulen genommen werden und so. Das ist überhaupt kein Problem. Also ich glaube dass es lässt sich ganz leicht mit irgendwie ein paar Binokularen und ein paar Würmern und so. Also wenn man nur den Wurm gesehen hat, ich glaube das reicht ja meistens schon.

I: Dann muss man vielleicht da nochmal ansetzen.

W4: Jaa, und ich glaube, man könnte das auch in den Vortrag integrieren. Also, weil ich meine wir haben ja auch Binos mit einer Kamera. Dass man das dann einfach direkt vor Ort groß für alle zeigt, weil natürlich nicht alle nach vorn an das Bino können. Also ich glaube auch das würde auf jeden Fall funktionieren. Dass man denen da verschiedene Würmer zeigen könnte.

I: Ich glaube, das wäre nochmal so ein richtig guter Punkt, der *C. elegans* da nochmal nach vorne bringt (lachen).

W3: Ja genau, das glaube ich auch, und das kannst du da nochmal live erklären. Und das könnte man theoretisch auch in einen Vortrag mit einbauen, wenn man wie damals [Name einer Forscherin] in [Name eines Kurses] auch vor 50 Jahren als du uns die ganzen Mutanten gezeigt hast, also einfach diese Variation zu zeigen. Es gibt halt einen Standardwurm, und dann gibt den kleinen dicken Wurm, den langen dünnen Wurm, den mit den 95 Vulvas und so weiter. Also geht alles.

W5: Ja, das stimmt, es ist...genau. Also ich kam da ja drauf weil ich auch davon gehört hatte bei dieser *C. elegans* Tagung in Los Angeles hatte mir das jemand erzählt, dass er das immer macht und dann einfach mal erzählen was passiert dann, man hört immer von mutants aber was hat das für Konsequenzen und darum sind diese Mutanten so wichtig. Ja, das wäre schon cool, aber man müsste fast den ganzen Vortrag dann dafür, ja wie soll man sagen, dass wäre dann ein Vortrag über Modellorganismen. Ich glaube es ist schwer, dass noch zusätzlich hereinzubringen. Oder man sagt er wirklich nur ein Graph am Ende, aber das ist, naja (schmunzeln).

I: Es ist dann auch ein bisschen schade. Also ob man jetzt darauf den Fokus legt oder was man halt selber macht. Nochmal bei den Gestaltungshinweisen. Ich habe mich selber gefragt beim Inhalt, ich meine, ihr seid ja die Experten auch gerade in der Forschung und da habe ich ja beim ersten Punkt verbreitete Vorstellung über das schlechte Image von Bakterien und dadurch ein positives Image aufbauen, beim zweiten die eigenständige Rolle von Mikroorganismen in einem Metaorganismus verdeut-

275 lichen und als dritten Partner welche partnerschaftliche Beziehungen Mikroorganismen wird Wirt zu-
einander haben. Sind solche Sachen für euch eigentlich hilfreich? Oder denkt ihr, dass das ist irgendwie
so elementar, das habe ich eh schon drin?

W3: Also ich würde jetzt direkt mal sagen, also ich finde es schon sehr hilfreich. Vor allem wenn man
sich dann..., also wir sind uns mittlerweile gar nicht mehr so im Klaren, dass Bakterien auch in der sage
ich jetzt mal "outside-world" als schlecht, nur als schlecht gesehen angesehen werden. Also deswegen
280 da fängt es schon mal an, dass ich das relativ hilfreich finde. Ja, das müsste man schon mal den Leuten
"verklickern". Nee, also ich hätte mich, glaube ich, an denen entlang gehandelt, hätte ich den Vortrag
gemacht.

W4: Witzig, weil ich wollte gerade sagen, weil ja eigentlich braucht man es ja nicht. Ja, weil es ja ei-
gentlich klar, dass Bakterien nicht nur schlecht sind. Aber genau, was W1 sagt, natürlich ist es für uns
285 klar, weil wir damit arbeiten. Deswegen stimmt es schon, dass es eigentlich voll gut dass es mit drin
ist. Und das passt ja so ein bisschen was W1 meinte, dass es vorher super schwer zu wissen auf welchen
Stand sind die Schulklassen und was heißt Oberstufenbio? Weil auch bei mir ist das jetzt zehn Jahre
her. Deswegen, ich finde dafür ist es sehr gut, um wieder ein bisschen geerdet zu werden: Was wissen
Leute außerhalb der "science bubble".

290 **W3:** Und *probs* an W3. Ich glaube nach dem, wenn man sich nochmal Punkt eins anguckt. Die Schüler-
*innen haben jetzt wahrscheinlich Antibiotika als schlecht wahrgenommen mit den Bakterien.

W5: Ja genau, es ist ja gar nicht so schlecht. Aber ich wollte W2 und W3 nochmal ausdrücklich zustim-
men und da mache auch gerade immer Spaß daraus, das ich die Bachelorstudenten im [Name des
Kurses] frage, wie viele von denen schon mal Mikrobiota als Thema so behandelt hätten im Schulun-
295 terricht und dann merkt man eben, das ist noch nicht angekommen und wir vergessen das manchmal
total. Also ich meine, das ist halt seit 20 Jahren und ja auch wirklich erst seit diesem verbesserten und
verbilligten vor allem Sequenziermethoden, dass wir so richtig verstehen was da ist und wer da ist,
aber man sitzt dann halt in seinem CRC und bekommt Millionen von Euro von der deutschen For-
schungsgesellschaft und in den Schulbüchern ist es halt noch überhaupt noch nicht angekommen, das
300 Thema. Auch so die einfache Frage wie definiert ihr Mikrobiota was ist das, also das lesen die dann von
ihrem tollen Übungsskript ab. Aber dass das ist eben nicht in der Schule behandelt wird, sowas ist
super wichtig I. Dass du uns darauf nochmal aufmerksam machst.

I: Okay, ist doch gut zu wissen. Den zweiten Punkt genau mit den vielfältigen Einblicken in Forschung
habe ich einmal in den Forschungsprozess, dass das für Schüler besonders interessant ist, die persön-
305 liche Verbindung häufig auch ein Punkt ist, den Schüler interessiert dann authentische Einblicke in Er-
kenntnis Wege mit Höhen und Tiefen. Das war eben auch dass mit ruhig auch gern mal zeigen, dass
Sachen nicht funktionieren, das ist für Schüler unglaublich wichtig. Da wollte ich euch nämlich fragen,
ich meine hat das ja auch schon jetzt oder W3 besonders auch umgesetzt wie ihr die Hinweise hier so
empfindet?

310 **W4:** Ich finde die auf jeden Fall auch gut und wichtig, und ich finde, vor allem weil W3 auch meinte,
sie wollte das eigentlich auch so mit einbauen, mit Höhen und Tiefen, dass das mit dem Projekt was
vorgestellt haben nur die Höhen waren, und ich fand, das war aber ganz praktisch für die Fragen hin-
terher. Weil da bin ich ja auch bei einer Frage darauf eingegangen, dass halt nicht immer alles gut läuft
und dass man die Ausdauer braucht, weil es sehr viele Tiefen gibt, die auch sehr lange andauern kön-
315 nen und ich finde das ist fast leichter, dann wirklich in der Interaktion bei den Fragen zu beantworten.
Und vielleicht ein bisschen weniger im Vortrag, abhängig davon was der Fokus wirklich vom Vortrag
sein würden.

I: Ja, ist ein guter Tipp, dass man das vielleicht dann ausgelagert mehr in so eine Diskussion oder mehr eingeht. (Pause) Dann das Letzte. Der letzte Punkt, da habe ich am Anfang lange überlegt, ob ihr überhaupt so eine lange Liste braucht mit der Zielgruppe. Aber je mehr ich darüber mit Wissenschaftler*innen rede, desto wichtiger ist es eigentlich. Da habe ich die Zielgruppe von Oberstufenschüler damit drin, also das ist hier eine angepasste Version, den Darwintag immer wieder Bezug zu Darwin und dem Darwintag herstellen, den Inhalt anpassen auf die Lebensrealität der Schüler*innen, dann auf die Story achten, also wie ich das Ganze auch rahme und wie kann ich die Zielgruppe auch aktiv mit einbinden?
320 Wie geht ihr mit diesen Tipps so um?
325

W3: Genau da sind...mindestens ein Punkt, sehe ich hier, den wir als Wissenschaftler sowieso umsetzen sollten in unseren Vorträgen, nämlich das *Storytelling*, also das machen wir, sollten wir eigentlich im wissenschaftlichen Kontext auch hinkriegen, aber sollte man... das heißt nicht, dass es nicht nochmal erwähnt werden sollte. Und Ich finde es schon auch wichtig, dass hier noch mal genannt wird, dass man beispielsweise aktiv die Zielgruppe mit einbinden sollte, also das sind wir auch nicht so gewöhnt, vor allem nicht, wenn man in so einem riesen Hörsaal steht. Dass man da doch eine Frage im Raum wirft, ich weiß dass W3 das gemacht, ich glaube ich habe es nicht gemacht. Auch einfach es war mir zu abstrakt. Es war einfach so eine Masse an Leuten trotzdem und also da auf die Schnauze zu fallen war mir irgendwie zu riskant. Aber es ist nochmal gut zu wissen und dass das eigentlich eher forciert werden sollte.
330
335

W5: Ja, also ich stimme W1 aber auch zu. Einerseits finde ich es gut, dass du darauf hinweist und ich finde, jeder sollte sich darüber Gedanken machen. Aber ich stimme W1 zu, dass es leider nur also indem also wie ich es vor drei Jahren erlebt habe, auch mit der Lautstärke und all dem, da kann die Stimmung schnell kippen und dann kriegt man die Meute eventuell nicht mehr unter Kontrolle. Also ich glaube, man kann das in dem Rahmen also wenn es wirklich im Audimax ist und so weiter. Auch nur bedingt machen. Also ich glaube man muss sich das sehr gut überlegen, weil klar, also auch so als Rätsel Also, es ist eine super coole Idee und wie gesagt, es ist super wichtig darauf hinzuweisen, dass sich jeder noch mal da rüber Gedanken macht, aber ja, ich glaube, das könnte auch nach hinten losgehen.
340

W3: Ich denke generell, dass diese ganzen Guidelines, finde ich super hilfreich. Weil ich glaube, wir sind uns halt ganz oft nicht im Klaren, was eigentlich wichtig ist, und ich finde es fast super gut zusammen, und wenn man weiß, ja, man sollte eine Geschichte erzählen, das steht ja noch mal ganz schwarz auf weiß und man macht sich wirklich nochmal Gedanken darüber. Also diese Liste würde ich jetzt nicht, irgendwie wahnsinnig umändern, oder, also natürlich kann man auch was dazu nehmen und ich finde die Länge ist in Ordnung. Also deswegen würde ich jetzt nicht sagen, das konnte man herausnehmen, weil ich glaube jeder Punkt für sich ist wirklich hilfreich, weil wir auch gewöhnt sind, uns immer an bestimmte Dinge zu halten und es ist wirklich sehr [undeutlich].
345
350

I: Ja, das ist nochmal gut zu wissen. Man muss auch sagen die ersten beiden Punkte hab ich durch meine Forschung herausgefunden, wo man halt wirklich mit dem Gespräch mit euch, mit Lehrern, mit Schülern immer gesagt da, was sind die...worauf kommt es an und das mit der Zielgruppe sind eigentlich allgemeine Tipps, die ist auch ganz häufig in der Literatur gibt. Die habe ich dann da nochmal so zusammengefasst und mir gedacht, auf den Darwintag und was könnte euch da weiterhelfen. (Pause) Genau, also dann auch die letzte Frage und zwar haben wir hier die Hinweise, die könnt ihr euch vor dem Vortrag [anschauen]. Ich habe auch mal angeboten so ein Beratungsangebot zu machen. Das hat zum Beispiel auch der ein oder andere Mal wahrgenommen und ich frag mich immer: Reicht euch das also das zu wissen? Oder wünscht ihr euch da mehr Unterstützung oder seid ihr selber schon so interessiert in Wissenschaftskommunikation, dass ihr da mehr macht, oder wie ist das so aus eurer Sicht?
355
360

W5: Also ja, ich hätte das Beratungsgespräch ja auch in Anspruch genommen und fand das dann aber auch vollkommen ausreichend. Also ich hatte auch immer das Gefühl, dass ich hätte dich jederzeit

365 kontaktieren können oder da bist, warst du ja von Anfang an super (betont) offen und wie gesagt, ich glaube am meisten scheitert es am Zeitmangel. Das ist dann so auch tatsächlich so kurzfristig erst anfängt, sich damit zu beschäftigen. Also man schiebt das immer so vor sich und ich muss, ich muss und ich muss aber eigentlich setzt man sich dann halt erst ein paar Tage oder Wochen je nachdem wie man arbeitet, vorher dran, und dann glaube ich, scheitert es oft einem Zeitmangel. Und deswegen hätte ich
370 es auch...also einerseits fühle ich mich schlecht, sozusagen, ich halte den gleichen Vortrag einfach nochmal, auch aus Zeitmangel, was heißt Zeitmangel, aber auch weil ich das Gefühl hatte, es war noch nicht so lange her dass ich ihn gehalten haben, dadurch hatte ich das mit [Name eines Wissenschaftlers] dann sofort so besprochen, dass ich einfach den gleichen Vortrag nochmal halten würde. Und einerseits hatte ich ein schlechtes Gewissen, dass ich das einfach so machen würde und andererseits
375 habe ich gedacht, naja, das gibt mir jetzt einfach noch mal die Möglichkeit mit dir nochmals Gespräch zu gehen. Und Noch mal so zu über überdenken, wie kann man ihn verbessern und grundsätzlich ist das vielleicht sogar gar nicht so schlecht.

I: Ja, auf jeden Fall und da nehmen ja alle was von mit. Ich glaube ihr nimmt darüber was mit, was sind denn wichtige Punkte und wie kann ich meinen Vortrag da noch mehr auf die Zielgruppe einfügen und
380 ich kann mehr einschätzen, was ihr halt schon so macht automatisch oder wo man irgendwie noch mehr vielleicht Unterstützung braucht.

W4: Ja, also ich glaube schon auch, wenn ich jetzt den Vortrag hätte machen müssen, ich hätte mich auf jeden Fall gemeldet und dir wahrscheinlich auch so einen halb fertigen Vortrag mal gezeigt um deine Einschätzung zu kriegen. Er ist das eigentlich zu komplex für Schulklassen, oder nicht? Ich finde
385 gut, dass es das gibt und ich glaube, wenn ich... also wie gesagt, ich hätte das Angebot wahrscheinlich angenommen und hätte dir was gezeigt.

I: Okay, ich hatte überlegt, dass man diese Gestaltungshinweise, ob man vielleicht auch nochmal so einen Tag oder Workshop macht. Aber erst nachdem das mit dem Antrag da ein ein bisschen weiter durch ist vom SFB. Indem man auch nochmal einen, wie du sagtest, einen "elevator pitch" oder "elevator talk", in ganz kurzer Zeit, das bespricht. Hättet ihr so daran Interesse, einfach mal ein bisschen
390 mehr so das zu üben oder seid ihr da eigentlich ganz gut vorbereitet, weil dann würde ich das einfach mal im SFB vorschlagen.

W3: Meinst du generell für alle vom SFB oder speziell für die Sprecher?

I: Ja für alle im SFB.

395 **W3:** Also ehrlich gesagt, diese Experten-Laien-Kommunikation, die lässt sowieso zu wünschen übrig, generell, und das würde uns auch tatsächlich nicht nur helfen für diesen Outreach-Aspekt, sondern auch in der Kollaboration mit unseren SFB-Mitgliedern. Ich glaube wenn man das so macht wie, ich weiß nicht, ob man 1-2 Stunden dann dafür nehmen könnte bei so einem Retreat oder sowas. Wo sowieso Leute da sind.

400 I: Das stimmt, das wäre auch eine andere Möglichkeit.

W5: Also ich fände das auch grundsätzlich auch super. Ich bin da jetzt ein bisschen etwas zögerlich, weil auch da. Also ich z.B. würde eigentlich gern viel mehr Outreach machen, aber es ist bekommt ja wirklich noch so was von on top auf allem, was von sonst hat und trotzdem finde ich haben wir eine absolute Verpflichtung das zu machen, aber Outreach ist bei mir immer so ein bisschen, dass ich so
405 denke Mensch, ich würde ja so gerne oder ich würde mich auch gerne verbessern und so, aber dann fällt es halt dann doch hinten drunter. Nichtsdestotrotz wenn du das eben für alle anbietest und für Doktoranden, Doktorandinnen und alle anderen, kann man eigentlich nicht früh genug anfangen, das auch sich überhaupt darüber Gedanken zu machen. Ich sage dann auch immer, jetzt stellt euch vor, das gab es ja jetzt wegen Corona nicht mehr, aber man ist auf einer Party und wird in der Küche gefragt,

410 was machst du denn? Und was sagst du dann? Also ich glaube ich habe das auch immer so stark im Kopf, weil mein Mann immer meinte, ich würde das ja so extrem schlecht erklären, extrem uninteressant machen und so weiter. Sollte mir doch noch mal überlegen, was ich da sage. Das hat er mir schon vor 15 Jahren gesagt. Ja deswegen, ich finde es schon gut, wenn jeder da mal zu gezwungen wird eigentlich. Und das wäre dann nicht obligatorisch beim Workshop. Also ich fände es super, ich glaube
415 man darf dann nicht enttäuscht sein wenn da vielleicht nicht so viele kommen. Und einfach glücklich sein mit denen die da sind und sich darüber Gedanken machen.

W4: Ja, aber ich glaube auch. Kommt drauf an wann man so einen Workshop setzt. Also könnte ich mir auch vorstellen, dass viele kommen. Weil ich merke das ja auch, sei es nur im Familienkreis wenn man Weihnachten erzählen soll, was man macht. Das ist super, super schwer. Und ich glaube da hilft es
420 schon, gleichzeitig, weiß ich, wurde ich durch meinen Master gut drauf vorbereitet, was es heißt. Jetzt ist es natürlich auch, weil ich den Kurs bei W1 hatte. Und ich glaube aber, da unterscheidet sich das ja so stark, das ist der Background, musste man in irgendeiner Form schon mal Outreach machen oder so. Und ich glaube allein dafür wäre es gut sowas zu haben, dass das allemal ein bisschen lernen können. Genau deswegen, also ich glaube, ist auf jeden Fall gut, ich könnte es mir vorstellen, ist vielleicht
425 gut am Anfang der neuen "Funding Phase", die hoffentlich kommen wird. Dass alle direkt lernen, was sind denn wichtige Sachen und das von Anfang an klar wird für die neuen Doktoranten, das so vom Start aus lernen zu können.

I: Das ist doch gut, dass nehme ich doch einfach mal mit. (Pause) Okay, habt ihr noch irgendwie was zum Darwintag zu dem Thema, dann?

430 **W3:** Was ist denn das nächste Thema, für den nächsten Darwintag?

I: Das weiß ich noch nicht so genau, darüber haben wir noch gar nicht geredet. Ich glaube [Name eines Wissenschaftlers] ist nämlich auch an so einem Punkt, dass wir da auch zusammen immer wieder überlegen, was es dann ist und und so. Und ich bin wahrscheinlich also nicht mit dabei bei der dritten Förderperiode, weil ich dann in die Schule gehe, also ich mach dann mein Referendariat. Und dann
435 glaube ich müsste man noch etwas überlegen, wie man das anders aufstellt, weil es natürlich für alle auch zusätzliche Ressourcen ist, die dann alle aufbringen und so. Und so durch meine Arbeit war es natürlich ganz gut und dankbar, dass ich irgendwie den Darwintag, dass ich das irgendwie mehr auf meine Agenda von meiner eigenen Forschung gesetzt hat und so, aber ich glaube, das ist so ein bisschen in der Schwebe. Ja, genau.

440 *(Ende des Interviews)*

Anhang N: Interviews der Organisator*innen (Studie 3)

Interview Organisator 1 (O1) - Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

5 I: Ja, ich wollte dir noch mal den Rahmen erzählen. Und zwar geht es ja jetzt bei meiner Evaluation des
Darwintages noch viel mehr darum zu gucken: Was die Organisatoren daraus mit. Ich frage noch mal
Wissenschaftler, den habe ich ja diese Gestaltungshinweise noch mit an die Hand gegeben. Und wie
weit ist das halt ganz hilfreich. Bei den Lehrkräften geht es viel mehr und auch Schülern um das Unter-
richtsmaterial und auch da so so eine Lehrerhandreichung also wie sie damit umzugehen haben um
10 mal zu gucken, was nehmen sie daraus mit und wie weit wird so meine Arbeit in dem Sinne auch ge-
sehen und wo, wo kann man es so sichtbar machen? Also der Darwintag ist ja schon ein bisschen her,
der letzte. Aber wenn du mal so resümiert über den Davintag, was nimmst du dann von der Organisa-
tion, also aus Organisationsperspektive mit im Generellen?

15 **O1:** Das ist ja sehr breit gefragt. Also eines der Ziele vom Darwintag ist ja, dass wir wissenschaftliche
Forschung und zwar aktuelle Forschung aus Evolutionsbiologie, Schülerinnen und Schülern, aber auch
der allgemeinen Öffentlichkeit näherbringen. Das ist ein wichtiges Ziel, das ein anderes wichtiges Ziel
ist, dass wir auch grundsätzlich Universität, Studium an der Universität, Forschung an der Universität
auch wiederum vermitteln und näherbringen. Und wenn ich jetzt den Bezug ziehe zum letzten Darwin-
tag, denke ich mir, hat das sehr gut funktioniert. Also mein Eindruck war, dass die Schülerinnen und
20 Schüler mehr noch mitgenommen haben als vielleicht in vergangenen Jahren, weil wir sicherlich auch
einiges in der Organisation verbessert haben. Das heißt, die Vorträge sind ein bisschen kürzer und die
Vortragenden sind etwas besser informiert, wo sie ihre Schwerpunkte setzen sollen oder auch besser
trainiert, dass sie nicht mit Masse angeben sollen, also mit möglichst vielen Daten, sondern dass sie
dann lieber weniger Daten gut erklären und veranschaulicht darstellen, dass sie mehr auf Visuelles set-
25 zen und dass sie neben der Erläuterung der wissenschaftlichen Konzepte und Inhalte und Daten auch
ein bisschen erläutern, wie Forschung abläuft, wie das Leben eines Forschers an der Universität aus-
sieht. Wir haben die Zahl der Vorträge auch gekürzt und wir haben auch jetzt noch Möglichkeiten, dass
Fragen gestellt werden können über ein online Tool. Und das sind alles Punkte, wo mein Eindruck ist,
dass die Interaktion mit den Teilnehmern des Darwintags intensiver ist und dass halt auch mehr hängen
30 bleibt, vielleicht als früher. Und das ist, glaube ich, von meiner Seite so vom Organisatorischen her
ein ganz wichtiges Ziel, was wir erreichen konnten. Also die Frage ist so breit, dass man da auch andere
Aspekte beleuchten kann. Also ein anderer Aspekt, den ich aus organisatorischer Sicht sehe: Ich und
einige andere haben sicherlich den Vorteil, dass wir uns seit vielen Jahren organisieren und auch da
letztlich auf Kompetenzen/ Expertise aufbauen können, die wir halt über die Jahre angereichert haben.
35 Und das ist sicherlich auch ein Vorteil, um die Organisation besser hinzubekommen. Gleichzeitig merke
ich allerdings auch, dass wir, dass die Ansprüche steigen. Wir haben ganz klare Ziele, was wir erreichen
wollen. Also, wie gesagt, ein effizientes Vermitteln der Inhalte. Wir wissen, worauf es ankommt, dass
wir auch Unterrichtsmaterialien vorbereiten sollen. Und als jemand, der dann an der Organisation be-
teiligt ist, merke ich halt auch, dass der Aufwand immer größer wird und es schwierig wird, das zu
40 leisten, weil ja solche Outreach- Veranstaltungen eigentlich gar nicht ein Hauptteil unserer Arbeit sind.
Und das wird eine Herausforderung in den nächsten Jahren bleiben. Wie man das dann hinbekommt.
Also dass man sich schon die Zeit nimmt. Und wir haben jetzt ja in den letzten Jahren sehr viel Glück
gehabt, auch mit dir, dass wir über Drittmittel zusätzlich Personen dabei hatten, die das mit unterstützt
haben. Und das ist sicherlich eine der Herausforderungen der nahen Zukunft, dass wir halt diese Art
45 Finanzierung auch noch weiterhin sicherstellen.

I: Was nimmst du auf Ebene des Formates so mit im Laufe der Jahre? Also wir haben ja zum Beispiel nachdem ich dabei bin, in ein Analogformat, wir sind ins Digitalformat und wir sind jetzt ins Hybridformat gegangen. Hast du da für dich ein Trend ausmachen können?

50 **O1:** Auf jeden Fall. Es war fantastisch, die Schülerinnen und Schüler wieder in echt zu sehen, in präsent zu sehen und das macht schon einen Unterschied. Und mein Eindruck ist auch, dass es für die Schülerinnen und Schüler ein komplett anderes Erlebnis ist. Ich meine die sitzen da im Audimax, können so ein bisschen Uniatmosphäre schnuppern, sehen die Dozenten in echt, können in den Pausen mit ihnen sprechen, wenn sie wollen. Das ist, glaube ich vom Erfahrungswert was ganz anderes, als wenn es nur online ist. Gleichzeitig haben wir schon auch gelernt in der Corona-Pandemie, das halt ein online Format auch funktioniert. Und deswegen bin ich der Meinung, dass wiederum die Hybrid Variante eigentlich optimal ist. Zudem wir die Hybrid Variante ja so organisiert haben, dass am Ende Videos zur Verfügung stehen, die auch im Nachhinein noch abgerufen werden können. Das heißt, dass wir dort eine viel stärkere Nachhaltigkeit haben. Schülerinnen und Schüler und Lehrkräfte können die Videos auch im Nachhinein noch mal anschauen, mit denen arbeiten, die Lehrkräfte können sie im Unterricht verwenden. Das ist ein Aspekt, der sonst nicht möglich wäre und der sich für die Nachhaltigkeit seiner Veranstaltung sehr wertvoll ist. Der nächste Aspekt, den ich eben kurz erwähnt hatte, das sind die Unterrichtsmaterialien. Das haben wir jetzt mittlerweile auch etabliert und ist auch eine Konsequenz der Erfahrungen, der der Kooperation mit Pädagogen. Wir haben, dass das ein sehr wichtiges Hilfsmittel ist und mein Eindruck ist, dass sich auch das bewährt hat, auch geholfen hat, dass Schülerinnen und Schüler besser vorbereitet werden können oder halt auch in der Nachbereitung mit zum Beispiel solchen Materialien arbeiten können und darüber die Nachhaltigkeit der Veranstaltung eher gesichert ist. Das sind Erfahrungen, wo ich sagen würde, dass es verschiedene Aspekte, die die, die wir etabliert haben über die Jahre, die sehr wichtig sind, die sich als sehr wertvoll herausgestellt haben und die wir deswegen auch definitiv beibehalten sollten.

70 I: Ja, sehr gut. Und noch mal auf Ebene der Themen zu kommen. Wir haben ja in den letzten Jahren vor allem viel die Metaorganismus-Forschung in den Fokus gelegt. Würdest du sagen, das ist auch sinnvoll, sich mal ein Thema genau anzugucken und dann das mehrere Jahre auch weiter zu machen? Oder sollte mehr Diversität zum Beispiel in den Themen vorhanden sein?

75 **O1:** Das ist auch wieder so ein klassischer Trade off und ich habe lustigerweise auch in der vorletzten Woche noch mit einem Lehrer gesprochen, der im letzten Jahr nicht gekommen ist, weil er schon zwei oder dreimal das Metaorganismus-Thema gehört hatte und wo ich dann zwar geantwortet habe, aber deine Schüler, die haben es ja nicht gehört, denn zwei Jahre hatten wir andere Themen. Aber wie gesagt, ganz klar ein Thema, dass wenn ein Thema zu häufig drankommt, dass dann die Lehrkräfte Interesse verlieren, weil die Lehrkräfte irgendwo auch motiviert werden möchten, mitgenommen werden möchten und das irgendwie als spannend empfinden sollen. Bei den Schülerinnen und Schülern sehe ich das Problem nicht so, weil die normalerweise ein oder maximal zwei Jahre kommen. Das heißt, solange wir jährlich etwa irgendwie andere Themen haben. Ist das okay. Der Vorteil für uns ist natürlich, dass wenn wir ein bestimmtes Thema wiederholt ansprechen können, wir verstärkt Kompetenzen aufbauen und haben verbesserte Unterrichtsmaterialien, vielleicht verbessertes Anschauungsmaterial auch bei den Vortragenden. Und das ist glaube ich der Trade-Off indem wir stehen. Ich denke, der beste Weg liegt wie üblich in der Mitte. Ich denke, wir sollten eine gewisse Themenvielfalt haben, aber wir sollten uns auch trauen, bestimmte Themen häufiger anzugehen vor allem Themen, wo wir hier am Standort sehr stark sind und wo deswegen auch mehr Expertise da und es dann auch einfacher ist, über Jahre hinweg mehr Kompetenzen für Outreach aufzubauen. Vielleicht um das noch zusätzlich zu ergänzen: Beim Metaorganismus-Thema gibt es ja einen Sonderforschungsbereich. Im Sonderforschungsbereich gibt es verschiedene Outreach Projekte. Und da gibt es dann halt auch die Entwicklungen von SciCimLab und von dem Ö-Projekt insgesamt, wo dann ja auch IPN auch beteiligt ist, wo dann eine Learning App entwickelt wurde. Und das ist etwas, wo es natürlich auch schön ist, das wiederholt

95 zu präsentieren, weil dann, wenn das bekannter wird, natürlich auch die Schulen verstärkt darauf aufmerksam gemacht werden, dass hier eine Ressource ist, die sie benutzen können. Also die sie zusätzlich zum Darwintag noch benutzen können.

I: Genau. Also jetzt weiß ich gar nicht, welche Frage ich zuerst stellen soll (lachen). Also, wir machen das mal nach der Reihe. Was nimmst du persönlich auch mit vom Darwin-Tag und der Organisation? Also hast du da einen Punkt, den du noch nicht angesprochen hast, der dich selber auch irgendwie geprägt hat im Laufe der Organisation, der Jahre?

105 **O1:** Ja, das deckt sich natürlich mit einigen Punkten, die ich schon erwähnt habe. Es geht vielleicht ein bisschen in die Richtung, was ist meine Motivation. Warum tue ich mir das die ganzen Jahre immer an? Und eine Motivation für mich ist schon, dass ich das als wichtig empfinde. Das, was wir hier an der Universität an Forschung machen auch vermitteln, dass wir also irgendwo sicherstellen, dass das, was wir an komplexen Erkenntnissen gewinnen, auch der Öffentlichkeit vermitteln. Weil die Öffentlichkeit, also es sind eigentlich mehr Gründe: A) Die Öffentlichkeit finanziert und am Ende, das heißt, irgendwo hat sie ein Recht das auch zu erfahren. Gleichzeitig halte ich es auch für sehr, sehr wichtig, dass die Öffentlichkeit die wissenschaftliche Forschung weiterhin unterstützt. Und das kann und will sie nur, wenn sie informiert ist, wenn sie versteht, was wir machen. Und das ist, glaube ich, folgende der Erfahrung, die wir jetzt gerade in der Corona-Pandemie gemacht haben, wie wichtig es ist, dass Forschungserkenntnisse verstanden werden und auch Unsicherheiten, die damit einhergehen. Um langfristig sicherzustellen, dass Forschung unterstützt wird. Weil Forschung ist einfach ein ganz wichtiger Wegzweig, der zum Erkenntnisgewinn führt und letztendlich dann auch zum Wohlbefinden unserer Gesellschaft beiträgt. Medizinische Errungenschaften wären ohne Forschung nicht möglich.

115 Dafür muss aber die Bereitschaft in der Gesellschaft da sein, in die Forschung zu investieren. Deswegen sehe ich das als sehr wichtige Motivation solche Outreach-Programme auch mit zu unterstützen. Und meine Passion ist Evolution, Evolutionsbiologie. Und deswegen ist der damit auch ein sehr passendes Wort, um dieses Thema anderen näherzubringen.

I: Dass ganz viel über längerfristig und auch im Zusammenhang mit dem Darwintag gesprochen. Also würdest du sagen, dass der Darwintag und dieses ganze Begleitmaterial, dieses Paket, was wir im Laufe der Jahre geschnürt haben, ist auch ein Weg, um das längerfristig in den Schulunterricht, in die Curricula, in Schulbücher. Dass das geeignet dafür ist, da so Aufmerksamkeit zu generieren. Oder was bräuchte es an deiner Stelle noch mehr? Vielleicht Engagement von den Wissenschaftlern, von der Wissenschaftskommunikation?

125 **O1:** Ja, es ist schwierig, was lernen wir gerade im Schulunterricht? Und da habe ich jetzt nochmal mit einer anderen Lehrerin gesprochen, die auch einfach sagt, die Curricula, die Vorgaben sind eigentlich so, dass man extrem wenig Flexibilität hat. Deswegen wäre es wahrscheinlich naiv zu denken, das, was wir da entwickeln, jetzt regulär nachher im Unterricht landen wird. Ich glaube, die Hoffnung, die wir haben müssen, ist, dass wir engagierte Lehrer ansprechen können damit und dass diese doch das so spannend finden, dass sie die wenigen Freiheiten, die sie haben, nutzen, um unsere Materialien zu verwenden. Irgendwo ist vielleicht die Aufgabe, Lehrkräfte zu motivieren, so zu faszinieren und zu stimulieren, dass das hier diese Option da ist und Materialien bereitzustellen.

I: Ja, sehr gut. Also gehen wir noch mal auf die Zukunftsperspektive von Darwintag ein. Du hast am Anfang das auch schon. Ich habe sehr breit am Anfang gefragt: Was braucht es für die Zukunft, damit das Engagement von dir, von den Organisatoren, aber auch von den Teilnehmenden, damit es erhalten bleibt und aber auch nicht abbricht?

O1: Tatsächlich ein sehr schwieriger Punkt. Ich glaube, wichtig ist wie bei fast allem, dass man sich anpassen muss, verbessern muss und dass eine gewisse Veränderung dazu. Der Darwintag wurde zum

140 200. Geburtstag von Darwin gestartet, das heißt da hatte man eine gute Motivation und es war ein großes Interesse an Darwin. Deswegen sind viele Schulen gekommen.

145 Wenn man das dann einfach so weiterlaufen lässt, dann ist immer die Gefahr, dass das so dahin plätschert und die Leute als alter Hut und da hat man irgendwie kein Bock drauf. Das heißt, wir müssen eigentlich in regelmäßigen Abständen diese Idee erneuern oder auch irgendwann vielleicht bereit sein zu sagen, okay, wir strampfen den ein. Wir schließen das jetzt. Im Moment ist es noch so, dass wir das
150 Interesse der Lehrkräfte und auch der Schülerinnen und Schüler noch gewinnen können. Und ich glaube, dafür war tatsächlich sehr wichtig, dass wir das Programm verbessert haben, dass wir Anpassungen vorgenommen haben, dass es Unterrichtsmaterialien gibt, die wir entwickelt haben, sodass man das besser in den Unterricht integrieren kann. Ein anderer Aspekt wird sicherlich auch sein, dass wir dann Themen aus der Evolutionsbiologie aufgreifen, die irgendwo eine gewisse Aktualität haben.
155 Vor zwei Jahren hatten wir das Thema Pandemie und Evolution. Das war dann zu Beginn der Corona-Pandemie natürlich sehr hochaktuell und spannend. Und genau solche Themen müssen wir uns suchen. Wir hatten auch zwischendrin mal Evolution im Meer und das ist dann wiederum für das Thema der Klimakrise. Das ist sicherlich ein Weg, um das Interesse aufrechtzuerhalten und die Motivation für Lehrkräfte, uns zu besuchen und mitzumachen, hochzuhalten. Aber sicherlich auch, um die Motivation der Vortragenden hochzuhalten. Und das wird glaube ich so ein kontinuierlicher Prozess sein, wo aber vielleicht auch irgendwann mal ein Ergebnis sein kann, dass wir sagen "okay, wir beenden den Darwin-
tag" und schaffen vielleicht ein neues Format. Den Mut sollte man auf jeden Fall auch immer wieder haben.

160 I: Und wie sehr? Also du hast ja vorher den Darwintag auch begleitet, ohne die Didaktik oder die Fachdidaktik. Wie sehr braucht es eine Rolle der Fachdidaktik bei der Organisation vom Darwintag? Wie würdest du das einschätzen?

165 **O1:** Ich denke, die Rolle ist schon sehr bedeutsam, denn unsere Hauptexpertise ist Forschung, also die Hauptexpertise der Vortragenden. Wir machen universitäre Lehre, aber häufig auch eher so nach dem Motto "Das haben wir uns selbst beigebracht". Und ich würde sagen, wenn wir tatsächlich effizient Schülerinnen und Schüler oder einen Laienpublikum erreichen wollen, reicht das, was wir an didaktischer Expertise haben, nicht. Es reicht auch nicht, dass wir an Verständnis haben, was Schülerinnen und Schüler anspricht und wie wir das am besten vermitteln. Und aus der Erfahrung der letzten Jahre weiß ich auch einfach, dass es vom unschätzbaren Wert war, auf die Expertise in der Didaktik zurückgreifen zu können. Das heißt das, was an Ratschlägen kam, hinweisen kam. Das, was wir dann an Unterrichtsmaterialien gemeinsam entwickelt haben, hat definitiv dazu geführt, dass der Darwintag damit ansprechender wurde, zugänglicher wurde für ein Laienpublikum und letztendlich auch nachhaltiger wirken konnte, weil dann halt auch mehr an Wissen, an Inhalten hängen geblieben ist.
170

I: Ja, ja, super, dann sind wir am Ende angekommen. Willst du noch irgendwas ergänzen, irgendwas, was wir noch nicht angesprochen haben?

175 **O1:** Nee, eigentlich waren das sehr viele Punkte, die du da schon angesprochen hast. Wunderbar, vielen Dank.

(Ende des Interviews)

Interview mit Organisator*in 2 (O2) - Transkript

(Begrüßung und Einleitung)

I: Was nimmst du mit vom Darwintag?

- 5 **O2:** Also was ich auf jeden Fall mitnehme vom Darwintag ist das ich finde, dass es ein sehr schönes Beispiel ist, wie tatsächlich mal längerfristig an einem Event tatsächlich entwickelt wird. Man ja echt viele Events oder auch Outreach Produkte die einfach sehr einmalig sind und nicht groß begleitet und am Darwintag finde ich das einfach sehr schön und auch sehr vorbildlich. Das es halt über mehrere Jahre so eine Art von Entwicklung gab und man tatsächlich begleitet hat, nachjustiert hat, begleitet hat, nachjustiert hat. Und das irgendwie so eine gewisse Langfristigkeit im Design hat, zu einen.
- 10 Zum zweiten finde ich total positiv, dass es an so vielen Leveln angesetzt hat. Also es hatte ja sowohl Evaluationskomponenten, was das Event angeht, so nach dem Motto, fanden die Schüler das gut oder was fanden sie schlecht. Es hatte aber auch eine solide Forschungsbasis. Also wo du wirklich in die Tiefe gegangen bist. Wo du auch geschaut hast, wie ist das eigentlich wenn man aktuelle Forschung und da ist Metaorganismus-Forschung ja ein gutes Beispiel tatsächlich mehr in Schulen bringen möchte
- 15 und diese Verknüpfung zwischen Schulwelt und Wissenschaftswelt stärker da Brücken bauen möchte. Dann gab es diese Kommunikatorebene, die du ja auch von Anfang an mitgedacht hast. Wo man ins Gespräch gegangen ist, Beratungsangebote geschaffen hast, die Empfehlungen aus den letzten Jahren, dass die auch zurück gespiegelt worden sind an neue Vortragende. Das wissen ging nicht verloren von einem Jahr zum anderen, sondern wurde dann an neue Vortragende irgendwie weitergegeben. Das
- 20 hatte auch eine gewisse Nachhaltigkeit. Und das hat das ganze immer effektiver gemacht auf eine Art und Weise. Und natürlich die Unterrichtsmaterialien direkt. Das ist ja irgendwie auch eine total krasse Supportebene, das man gesagt hat: Hey, wir geben den Lehrkräften irgendwie, wir laden die nicht nur ein, sondern geben den auch tatsächlich konkrete Ansatzpunkte für ihren Unterricht. Das beides miteinander zu verknüpfen. Und auch wirklich Verknüpfungen herzustellen zwischen dem Unterricht und
- 25 dem Darwintag. Was du ja auch in deinem Material hast, was irgendwie nicht nur ist „Sie beschäftigen sich mit ein paar Sachen, gehen dann zum Event, gehen dann wieder weg“, sondern tatsächliche Brücken zu bauen zwischen der schulischen Welt und der außerschulischen Welt. Die sich dann auch durchziehen und sogar auch in der Nachbereitung finden. Ja, diese Ansatzpunkte auf Ebene von Lehrkräften, Kommunikator*innen, auf Ebene von Schulklassen durch die Materialien auf jeden Fall. Und
- 30 das dann basierend auf sowohl Evaluation als auch auf Forschungsfundament. Das finde ich schon einfach sehr umfangreich und eine sehr schöne Fallstudie für Weiterentwicklungen von Outreach.

I: Ja, klingt total gut. Noch der Punkt. Was nimmst du für dich daraus mit? Was hast du gelernt im Laufe der Jahre?

- 35 **O2:** Das sowas auch Zeit braucht. Das ist hier jetzt ein Prozess von wirklich mehreren Jahren gewesen und dadurch das immer ein Jahr dazwischen war, ging das auch echt nicht in riesen Schritten. Auch das ist eine Art von Evolution, verrückter Weise. Man nicht einfach irgendwie ein Event machen und das dann komplett neu erfinden, sondern muss auf bestehenden aufbauen. Und das ist auch gut so, weil es ja am Anfang ein reines Vortragsevent. Sehr ‚one-way‘ gedacht und so. Und das ist auch vielfach die Realität von Outreach noch...an Institutionen. Das hat auch viele Vorteile für Kommunikator*innen
- 40 und Wissenschaftler*innen, das so aufzuziehen. Insofern ist es auch gut da anzusetzen, aber auch wirklich so kleine Bausteine sich vorzunehmen und zu sagen „Hey, nächstes Jahr könnten wir hier mal ansetzen und dann das Jahr darauf, vielleicht könnte man das noch ergänzen.“ Das war auch eine Evolution (lachen).

I: Ja, auf jeden Fall.

45 **O2:** Also das nehme ich mir auf jeden Fall mit. Und was es definitiv braucht, sind engagierte Menschen
dahinter. Also wenn H. da nicht einfach dafür brennen würde, sage ich jetzt mal. Hätte das niemals
(betont) funktioniert. Das geht nur mit absoluten (betont) Back-up aus der Wissenschaft an sich und
hätte nie funktioniert, wenn wir immer hinterher gelaufen wären und gesagt hätten „Hey, wollt ihr
50 nicht noch das machen“. Er hat die Leute heran geholt. Er hat gesagt „Hey, mach mit“. Gerade am
Anfang so. Ich weiß nicht, jetzt hatte ich mehr das Gefühl, wo auch die jüngeren Forschenden mit dabei
waren. Die haben auch so eine gewisse Eigenmotivation, wie auch immer. Aber das waren am Anfang,
ich sage mal so, Seniors, die gekommen sind. So war das ja auch ausgerichtet. Und dann war das eher
so „könnt ihr und würdet ihr bitte teilnehmen“. Und da war er natürlich unglaublich (...) eine riesen
Voraussetzung, dass das überhaupt funktioniert ist. Da braucht es echt eine hohe Eigenmotivation von
55 der Wissenschaftsseite an sich fand ich, um zu sagen, aus dem System heraus zu sagen „Hey, ich enga-
giere mich da und ich würde es sehr schön finden, wenn ihr das auch macht.“

I: Und letzte Frage. Was braucht es, würdest du sagen, wo du gerade sagst „es braucht engagierte
Menschen und so“ was braucht es für die Zukunft, damit es weitergeführt wird? Und dieses Engage-
ment nicht abbricht sondern erhalten bleibt?

60 **O2:** Ja dafür braucht es, ja wir sind ja auch ein befristetes Projekt. Und dafür braucht es eigentlich
Langfristigkeit und es darf eigentlich nicht an befristete Projekte gebunden sein. Weil Outreach-Pro-
jekte laufen für eine bestimmte Zeit und dann sind sie wieder weg. Und eigentlich bräuchte es natürlich
Stellen an den Institutionen, die genau für sowas eine Anlaufstelle wären. Man sagt „Hey, ich habe hier
ein Outreach-Projekt und so soll es aussehen. Was sind hier Ansatzpunkte für mich, um das wirklich
65 Zielgruppengerecht zu machen, effektiv zu gestalten, wie kann ich vielleicht auch für mich herausbe-
komme: Hat das was gebracht. Das sind ja Fragen, mit denen Forschende immer wieder zu uns kamen,
wie weiß ich eigentlich, das was angekommen ist und was verändert sich eigentlich. Eigentlich so eine
Art Anlaufstelle zu schaffen, die unabhängig ist von befristeten Projekten. Sowas wäre glaube ich ein
total guter Baustein. Das man da irgendwie so eine Art Consulting hat oder wie auch immer. Wo ein-
70 fach nicht nur Biologieforschende sondern einfach naturwissenschafts-Forschende oder so hingehen
können und sagen können „so und so ist der Plan und wie mache ich das“.

I: Und wenn du so reflektierst besonders auf die Rolle der Fachdidaktik, die du ja auch mit einnimmst.
Wie sehr braucht es die bei der Organisation z.B. vom Darwintag oder auch außerschulischen Lernor-
ten?

75 **O2:** Also immer wenn die Zielgruppe Schülerinnen und Schüler beziehungsweise Lehrkräfte eine Rolle
spielt halte ich die Beteiligung von Fachdidaktik für super wertvoll, weil wir natürlich einfach ganz viel
Vermittlungsarbeit leisten können und die Forschenden an sich, hätten dieses ganze System aus Un-
terrichtsmaterialien, Empfehlungen und so weiter. Das sind ja Ressourcen, die sie gar nicht aufbringen
können. Das sind einfach Ressourcen, die wir damit hineinbringen können. Und ich finde das hat maß-
80 geblich dazu beitragen, dass der Darwintag eben nicht nur ein „single-event“ ist, der irgendwie einfach
so ungebunden irgendwie durchlaufen wird und dann ist man da heraus. Sondern da tatsächlich auch
bei Lehrkräften so Entwicklungsarbeit leisten kann und sagen kann „Dieses Thema auch viel stärker
sozusagen auf die Agenda bringen kann und so“. Also ich würde sagen Reichweite, auch die Netzwerke
zu nutzen, die die Fachdidaktik hat. Und dafür mehr Reichweite zu sorgen, für mehr Implementation
85 zu sorgen, dass das tatsächlich dann auch im Schulen landet. Das sind alles Chancen, die Beteiligung
von Fachdidaktik auf jeden Fall leisten kann.

I: Ja perfekt. Jetzt ist es 10 Uhr, vielen Dank.

(Ende des Interviews)

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich nochmal ausdrücklich bei allen Menschen bedanken, die mich und meine Arbeit auf unterschiedlichsten Wege begleitet und unterstützt haben:

Zuallererst gilt der Dank der geballten **Frauenpower in meinem Betreuungsteam: Frau Prof. Dr. Ilka Parchmann, Frau Prof. Dr. Kerstin Kremer und Frau Dr. Carolin Enzigmüller**. Liebe Ilka, ich danke dir, dass du mir damals das Vertrauen entgegengebracht hast und mich in die Chemieabteilung adoptiert hast. Danke, für deine fachdidaktischen und menschlichen Ratschläge, dein kreativer und konstruktiver Input zu meiner Arbeit, deinen unermüdlichen Einsatz und deine Visionen nicht nur interdisziplinär zu denken, sondern auch neue Wege in der Naturwissenschaftsdidaktik zu beschreiten und diese auch interdisziplinär umzusetzen. Liebe **Kerstin**, danke für deine fachliche und menschliche Unterstützung auch über so eine lange Distanz hinweg. Ich schätze deinen fachdidaktischen Input, deine Zeit und die Gespräche mit dir immer sehr und freue mich auch über die Doktorarbeit hinaus über anregende Gespräche an der Kieler Förde. Liebe **Carolin**, vielen Dank für deine stetige fachliche und menschliche Unterstützung, deine investierte Zeit, empowernden Worte und deine Ratschläge über die Jahre hinweg, die ich bei meiner Forschung, aber auch unserer Zusammenarbeit bei der Organisation des Darwintages, verschiedenen Retreats oder der Designarbeit in der Abteilung genießen durfte.

Darüber hinaus danke ich dem gesamten **Sonderforschungsbereich 1182** für eure unermütlige Motivation und Neugier auf moderne Forschung, die einen auch selber immer wieder inspiriert und motiviert das Beste aus sich herauszuholen. Obwohl es durch die COVID-19 Pandemie ganz schön lange gedauert hat, die Personen hinter den Zoom-Kacheln persönlich kennenzulernen, war der persönliche Austausch mit den Fachforschenden für mich von unglaublichen Wert. Um mal ein paar Namen zu nennen, vielen Dank Thomas und Hinrich für die kompetente Leitung des SFB, danke für die ganze Organisation und Kommunikation Cleo und jetzt auch Dorine. Danke an das SciComLab für die gute Zusammenarbeit und danke den einzelnen Forschenden des SFB, wie Nora, Thorsten, Malte, Katja, Lara und Tyler. Insbesondere möchte ich dabei Frau Dr. Lara Schmittmann danken, die ich sowohl fachlich als auch persönlich sehr schätzen gelernt habe. Vielen Dank für deine Fachexpertise bei der Unterrichtsgestaltung, deine Motivation für Wissenschaftskommunikation und dein Interesse gegenüber meiner Forschung stetig was dazulernen zu wollen. Danke auch an die dahinterstehende Deutsche Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung meiner Forschungsarbeit und das Wissenschaftskommunikation so stark dabei unterstützt wird.

Ein großer Dank geht natürlich an das **Organisationsteam des Darwintages** an der CAU heraus. Vielen Dank Sabrina, Hinrich, Christian, das Team von *bewegt-bild*, Carolin, Ilka, Dirk, Thomas und allen Teilnehmenden aus den letzten Jahren des Darwintages. Zusammen schaffen wir es immer wieder moderne Forschung im Audimax und für alle Zuschauenden vor dem Bildschirm authentisch, zugänglich und faszinierend zu vermitteln und ich hoffe das bleibt auch viele Jahre noch so.

Vielen Dank auch nochmal an das **KiSOC-Team** für den herzlichen Empfang am IPN und das Integrieren in unserem damaligen Großraumbüro. Danke an **Dr. Martina Kapitza**, die mich erst auf die Idee gebracht hat eine Doktorarbeit zu schreiben und dass du stets mit Rat und Tat da bist. Danke liebe **Kieler Forschungswerkstatt** für die aufregende Zeit als Hiwine und dass ihr mich immer noch als ein Teil der KiFo seht. Es war mir eine Freude. Danke an alle **Hilfskräfte** des KiSOC und später dann Annika und Theresa für eure tatkräftige und fleißige Unterstützung bei Aufgaben aller Art, ohne euch hätte ich es nicht geschafft. Ein Teil dieser Doktorarbeit seid auch ihr.

Ein ganz besonderer Dank geht an die **Doktorand*innen aus dem 2. Stock**. Zu aller erst meinem Büro mit Johannes, Jasmin und Anja. Mit euch mit der Büroalltag und das Arbeiten immer Spaß. Dann natürlich dem Flur mit Jannik, Tobi, Adrian, Berrit, Caro und Gyde sowie allen weiteren Doktorand-*innen am IPN, die mich begleitet haben. Danke für die gute Zeit zusammen, den Mittagspausen, die oft das Highlight des Tages darstellen und die vielen privaten Treffen auf der KiWo, beim Spikeball, Entspannen im Park oder Feiereien. Danke an den IPNosaurus und an die Post-Docs meiner Abteilung sowie der Physik und allen anderen aus der Chemieabteilung für die netten Flurgespräche und das wertschätzende Miteinander.

Ein ganz besonderer Dank gilt natürlich meinen **Freunden und meiner Familie**. Vielen lieben Dank für euren Rückhalt und „den Fels in meiner Brandung sein“, für das Aufmuntern und Zuhören, für eure Ratschläge unterschiedlichster Art, für die guten Auszeiten, das Korrekturlesen und das Aushalten der kleinen und großen Ausraster. Es ist schön zu wissen, dass Leben mit euch zusammen zu bestreiten und sowohl die Freuden, als auch die Hürden meistern zu können. Mein besonderer Dank gilt **Oke Horstmann**, ohne den ich so manche Abenteuer in der Doktorarbeit mit dir an meiner Seite nicht erfolgreich bestritten hätte. Danke für deine konstruktiven Vorschläge, für deine oft beruhigenden Worte, die Kaffeepausen, (wenn ich sie mal wieder selber sehr nötig hatte), die Ablekungen und dein unermüdlicher Support.

Und zu guter letzt möchte ich noch die folgenden Worte von *Snoop Dog* einbringen:

Last but not least, I wanna thank me
I wanna thank me for believing in me
I wanna thank me for doing all this hard work
I wanna thank me for having no days off
I wanna thank me for, for never quitting

I wanna thank me for always being a giver
And tryna give more than I recieve
I wanna thank me for tryna do more right than wrong
I wanna thank me for just being me at all times.

PUBLIKATIONEN UND PRÄSENTATIONEN

Zeitschriftenbeiträge

Internationales Paper eingereicht

Claussen, C., Enzingmüller, C., Kremer, K., Schulenburg, H., Parchmann, I. Developing science outreach events based on stakeholders' objectives and expectations – A case study of a lecture day for schools. Paper unter Begutachtung.

Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht (MNU)

Parchmann, I.; Bosch, T.; **Claussen, C.**; Duscher, T.; Enzingmüller, C.; Knüver, J.; Schulenburg. Wie arbeitet Wissenschaft heute? Vernetzte Zugänge für Universität und Schule forschungsbasiert „hoch drei“ entwickeln, der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), Paper accepted.

Biologie in unserer Zeit (BiUZ)

Claussen, C., Kapitza, M., Knapp, J. M., Bernholt, A., Schulenburg, H., & Kremer, K. H. (2020). Metaorganismusforschung trifft Schule: Wissenschaftskommunikation an der Universität zu Kiel. *Biologie in unserer Zeit (BiUZ)*, 50(4), 270-277. doi.org/10.1002/biuz.202010713

Buchkapitel

Forschungsband der ESERA-Tagung

Zeyer, A.; Álvaro, N.; Claussen, C.; Enzingmüller, C.; Gavidia, V.; Malmberg, C.; Mayoral, O.; Parchmann, I.; Urbas, A.; Kremer, K. Two-Eyed Seeing and Scientific Holism in a New Science|Environment|Health Pedagogy. EdArXiv 2022.

Wissenschaftliche Vorträge & Symposiums-Beiträge

Symposium auf der Fddb

Claussen, C. (2021). *Schulischer Outreach zur Vermittlung des Metaorganismus-Konzeptes*. Virtuelles Symposium auf der Internationalen Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im Verband für Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland (VBiO), 13.09-16.09.21.

Symposium auf der ESERA Fachtagung

Claussen, C. (2021). *Communicating the metaorganism in school science*. Virtueller Vortrag auf der Tagung der Special Interest Group „Science|Environment|Health“ der European Science Education Research Association (ESERA), 30.08-03.09.2021.

Symposium auf der PCST

Claussen, C. (2021). *Nothing in biology (communication) makes sense except in the light of evaluation – The Darwin Day under revision*. Vortrag auf der virtuellen, globalen Konferenz “Public Communication of Science and Technology“ (PCST), Aberdeen, 26-28.05.2021.

Retreats beim Sonderforschungsbereich 1182

Poster zum 8. Retreat des Sonderforschungsbereichs 1182 „Origin and Function of Metaorganisms“ Hotel Waldschlößchen - Schleswig, 26.10.-28.10.2022.

Vortrag auf dem 7. Retreat des Sonderforschungsbereichs 1182 „Origin and Function of Metaorganisms“ Maritim Hotel - Timmendorfer Strand, 04.11- 05.11.2021.

Vortrag auf dem 6. Retreat des Sonderforschungsbereichs 1182 „Origin and Function of Metaorganisms“ digital, 26.10- 27.10.2020.

Wissenschaftliche Poster

ESERSA SIG 4, Mini Conference – Obergurgl 2022

Claussen, C., Enzingmüller, C., Kremer, K. & Parchmann, I. (2022). *Schulischer Outreach zur Vermittlung des Metaorganismus-Konzeptes*. Posterbeitrag auf der Tagung der Special Interest Group „Science | Environment | Health“ der European Science Education Research Association (ESERA), Obergurgl, 21.08-23.08.2022.

Evolutionary Knowledge for Everyone (EvoKE) – Split 2019

Claussen, C., Enzingmüller, C., Kremer, K. & Parchmann, I. (2019). *Communicating the Metaorganisms – Evaluation of the Darwin Day*. Poster auf der Evolutionary Knowledge for Everyone (EvoKE), Split, Kroatien, 26.10-29.10.2019.

Organisation und Durchführung von Science Outreach Veranstaltungen

Claussen, C. & Enzingmüller, C. (2022). Organisation & Durchführung des hybriden Darwintages an der CAU Kiel

Claussen, C. & Enzingmüller, C. (2021). Organisation & Durchführung des digitalen Darwintages an der CAU Kiel

Organisation eines Workshops mit Wissenschaftler*innen des SFB 1182 zum Thema Wissenschaftskommunikation (Juni 2021)

Claussen, C. & Enzingmüller, C. (2020). Organisation & Durchführung des digitalen Darwintages an der CAU Kiel

Claussen, C. & Enzingmüller, C. (2019). Organisation & Durchführung des Darwintages in Präsenz an der CAU Kiel.

ABSCHLUSSPLADOYER FÜR WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION

Liebe Lesende meiner Arbeit,

Ich traf während meiner Doktorarbeit durch Zufall auf die folgenden Worte von Albert Einstein:

„Es gibt zwei Arten, sein Leben zu leben: Entweder so, als wäre nichts ein Wunder, oder so, als wäre alles ein Wunder.“

Und diese Worte sind insbesondere für meine Arbeit als eigens ernannte Brückenbauerin zwischen Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik bezeichnend, denn auf dem ersten Blick erscheint vieles wie ein Wunder, aber ich habe das Privileg durch meine wissenschaftliche Arbeit einige dieser Wunder und ihre Forschende dahinter intensiv zu untersuchen, zu hinterfragen und letztendlich die Faszination für diese Wunder mit vielen Menschen zu teilen und verständlich zu erklären. Denn ich glaube jedes noch so komplexe, große oder mikroskopisch kleine Wunder kann in einfachen Worten beschrieben werden. Die Herausforderung besteht nicht darin alles in hochkomplexen Worten und Fachjournals zu teilen, sondern vielmehr eine gemeinsame Sprache im dialogischen Miteinander zwischen Komplexität und Vereinfachung von Wundern zu finden. Ich bin der Überzeugung, dass wir für die komplexen Probleme unserer modernen und wissenschaftlich geleiteten Welt mehr interdisziplinäres Miteinander brauchen und weniger Arbeiten in der eigenen wissenschaftlichen „Bubble“. Und wenn mir eines meine Arbeit gezeigt hat, dann das wir mehr Brückenbauer*innen brauchen, mehr Empathie gegenüber dem Anderen, dass manchmal schon ein offenes Ohr reicht um einen Unterschied zu machen und das Brückebauer*innen beide Seite verstehen müssen, um Botschaften in die eine oder andere Sprache übersetzen können. Und so kommen wir wieder zu Albert Einstein, der eben auch die folgenden Worte sprach:

„You don't really understand something unless you can explain it to your grandmother.“

Wer auch immer meine Arbeit bis hierhin gelesen hat (mein aller größter Respekt schon mal dafür). Ich hoffe in dir schlägt ebenfalls ein Herz für Wissenschaftskommunikation und du bist oder wirst vielleicht auch ein*e Brückenbauer*in. Denn nur so nehmen wir alle in unserer Gesellschaft mit und machen den Unterschied in einer sozialen Demokratie.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass diese angefertigte Dissertation - außer durch die Beratungsgespräche mit meinen Betreuenden und Mentor*innen - nach Inhalt und Form meine eigenständige und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasste Forschungsarbeit ist.

Die vorhandene Dissertation wurde nicht ganz oder zum Teil an einer anderen Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegt, veröffentlicht oder für eine Veröffentlichung eingereicht. Teile der Ergebnisse dieser vorliegenden Dissertation wurden in Form von Zeitschriftenartikeln für eine Publikation eingereicht oder schon publiziert (siehe Publikationsverzeichnis). Die vorliegende Forschungsarbeit ist unter Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) entstanden. Ich erkläre zudem, dass mir kein akademischer Grad entzogen wurde.

Kiel, 10.07.2023

Christina Claussen