

Situationales Interesse im Chemieunterricht

Effektivität und Einflussfaktoren verschiedener
Fördermöglichkeiten

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades eingereicht
an der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Sabrina Ochsen (geb. Bruns)

Kiel, 2021

Erstgutachterin: Prof. Dr. Ilka Parchmann

Zweitgutachter: PD Dr. Sascha Bernholt

Tag der mündlichen Prüfung: 05.07.2021

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich den Menschen danken, die mich bei der Erstellung dieser Dissertation begleitet und unterstützt haben. An erster Stelle gilt mein Dank meiner Betreuerin Prof. Dr. Ilka Parchmann sowie meinen Mentor:innen PD Dr. Sascha Bernholt und Dr. Andrea Bernholt. Vielen Dank Ilka, dass du mir die Chance gegeben hast, in der Chemiedidaktik zu promovieren. Die vielen Freiheiten, die du mir bei der Ausgestaltung meines Promotionsvorhabens gelassen hast, weiß ich sehr zu schätzen. Deine vielen Ideen haben mir geholfen, dieses Vorhaben zu verbessern. Vielen Dank Sascha, für die zahlreichen Gespräche, deine aufbauenden Worte in den verschiedenen kleinen und großen Krisen sowie für deine Tipps, die mir sehr viel weiter geholfen haben. Und natürlich vielen Dank, dass du dich bereit erklärt hast, das Zweitgutachten zu übernehmen. Vielen Dank Andrea, dass du immer eine neue Perspektive mit in die Diskussionen gebracht und geholfen hast, dass der rote Faden nicht verloren geht. Euch beiden möchte ich für eure unglaublich schnellen und konstruktiven Rückmeldungen danken, die vieles sehr vereinfacht haben.

Ein besonderer Dank geht an die Lehrkräfte, deren Unterricht ich besuchen und analysieren durfte und an die Schüler:innen, die niemals müde wurden, ihr Interesse am Unterricht einzuordnen.

Auch meinen Kolleg:innen möchte ich danken – für gemeinsame Mittagsspaziergänge (Julia, Jana, Katharina und Lena), interessante Gespräche (ob über Videokonferenzen oder persönlich) und viele spannende Kolloquien und Tagungsreisen. Vielen Dank, Rebecca, dass du in allen organisatorischen Fragen immer eine große Hilfe warst. Meinen Bürokollegen Lars und Marc danke ich ebenfalls für viele Tipps, Hilfe bei den Auswertungen (Danke Lars!) und gelegentlich schöne Ablenkungen von der Arbeit. Auch meinen übrigen Kolleg:innen, die mir mit ihrer Expertise und ihrem Rat zur Seite standen, möchte ich danken (Steffi, Simon, Alice, Dustin, Caro, Anneke und all die anderen).

Zum Schluss gilt mein größter Dank meiner Familie, die mich bei meinen Plänen unterstützt. Insbesondere möchte ich Fridtjof danken: Danke, dass du mir die Zeit eingeräumt hast, diese Arbeit zu verfassen, dir meine vielen Vorträge und Artikel im Vorfeld angehört bzw. durchgelesen hast und mit mir meine Überlegungen diskutiert hast.

Zusammenfassung

Bei der Planung von (Chemie-)Unterricht steht für Lehrkräfte nicht nur die Vermittlung von Fachwissen und Kompetenzen an die Lernenden im Fokus. Ein weiterer Aspekt ist die Förderung der Motivation und als Teil der intrinsischen Motivation des Interesses auf Seiten der Lernenden. Wenn Lernende für den Unterrichtsgegenstand interessiert werden können, ist auch die Beteiligung der Lernenden am Unterricht höher, sie zeigen weniger Prüfungsangst und im Endeffekt lernen sie effektiver. Somit rückt das Ziel, dass Lernende am Ende ihrer Schullaufbahn eine naturwissenschaftliche Grundbildung erlangen, näher. Langfristig wählen Lernende mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Kurse und auch Berufe aus den interessierenden Feldern (z.B. Naturwissenschaften). Dennoch nimmt das Interesse von Lernenden an den „harten“ Naturwissenschaften Chemie und Physik im Verlauf der Sekundarstufe im Vergleich zu anderen Unterrichtsfächern überdurchschnittlich stark ab. Dadurch entsteht ein dringender Bedarf an effizienten Möglichkeiten zur Förderung von Interesse. Bei einer differenzierten Analyse von Interesse im Sinne des Vier-Phasen Modells der Interessenentwicklung von Hidi und Renninger (2006) bietet sich insbesondere das situationale Interesse an, um auch nicht interessierte Lernende für den Lerngegenstand zu begeistern.

Die vorliegende Arbeit fokussiert daher die Förderung von situationalem Interesse am Chemieunterricht. Die Methoden, die eingesetzt werden können, um situationales Interesse zu fördern, werden Interessentrigger genannt. Insgesamt wurden Interessentrigger im naturwissenschaftlichen Unterricht bereits vielfach untersucht, wodurch ein buntes Potpourri an Möglichkeiten entstanden ist. Die Befunde bezüglich deren Effektivität sind aber nicht eindeutig. Daher besteht ein Bedarf an weiterer Forschung in diesem Bereich, der zum einen auf das Potenzial spezifischer Interessentrigger in authentischen Chemieunterrichtsettings fokussiert und zum anderen auch Faktoren untersucht, die die Wahrnehmung verschiedener Interessentrigger beeinflussen. In einem ersten Schritt wurde, um diesen Bedarf zu bedienen, eine Beobachtungsstudie im Chemieunterricht durchgeführt, welche die Beziehung zwischen verschiedenen Unterrichtsqualitätsmerkmalen und -phasen und dem situationalen Interesse systematisch untersuchte. Die Berücksichtigung der Unterrichtsqualität im Zusammenspiel mit dem situationalen Interesse der Lernenden stellt einen bisher vernachlässigten Ansatz dar, der tiefere Einblicke in das Zusammenspiel zwischen Interesse und Sicht- sowie Tiefenstrukturen von Unterricht bietet. Es wurde der Unterricht von verschiedenen Lehrkräften analysiert, um zu überprüfen, welche Interessentrigger bereits selbstständig implementiert werden. Die Ergebnisse zeigten, dass nicht alle Unterrichtsqualitätsmerkmale mit einem hohen situationalen Interesse einhergingen. Auch

bezüglich der Unterrichtsphasen wurden Unterschiede festgestellt: Speziell praktische Erarbeitungsphasen scheinen wirkungsvolle Interessentrigger darzustellen, während theoretische Erarbeitungsphasen den gegenteiligen Effekt haben. Eine detailliertere Analyse erweiterte die quantitativen Befunde und zeigte, dass insbesondere formatives Assessment einen durchschlagenden Effekt auf das situationale Interesse der Lernenden zu haben scheint.

Im zweiten Schritt wurden die Ergebnisse aus der Beobachtungsstudie aufgegriffen und so das Hauptziel der vorliegenden Arbeit wieder fokussiert. Es wurden verschiedene Methoden des formativen Assessment variiert und im Chemieunterricht eingesetzt. Das Zusammenspiel mit dem situationalen Interesse wurde in dieser Studie auch unter Berücksichtigung weiterer Schüler:innenmerkmale wie dem individuellen Interesse, der Leistung und dem Geschlecht untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass die verschiedenen Arten des formativen Assessments unterschiedlich interessant für die Lernenden waren. Nur eine Art des formativen Assessments wurde fast durchgängig als interessant wahrgenommen. Bei einer Berücksichtigung der Schüler:innenmerkmale und ihre Wirkung auf die Bewertung der verschiedenen Interventionen zeigten sich ebenfalls unterschiedliche Effekte. Während individuell hochinteressierte Lernende alle Interventionen besser bewerteten, beeinflussten Leistung und Geschlecht nur zwei der drei Bewertungen. Durch die Ergebnisse dieser Studie wird demnach deutlich, dass zum einen der gleiche Trigger je nach Umsetzung als unterschiedlich interessant eingestuft wird und zum anderen, dass die Interessanztheit dieser Umsetzungen unterschiedlich stark durch Schüler:innenmerkmale beeinflusst wird.

Die Befunde beider Studien unterstützen die Annahme, dass der Triggerprozess von Interesse hoch individuell ist. Sie bieten eine erste Übersicht über das Zusammenspiel verschiedener Interessentrigger im Unterricht. Gleichzeitig wird auch deutlich, dass insgesamt für eine effektive Förderung von Interesse bei allen Lernenden zu wenig über den Triggerprozess im Zusammenspiel mit Schüler:innenmerkmale bekannt ist. Hier besteht ein weiterer Bedarf an Forschung.

Abstract

When teachers design their lessons, they do not solely pay attention on teaching content knowledge and competencies. Rather, they also focus on fostering students' motivation including interest. If teachers succeed in promoting students' interest, students participate more actively. They show lower academic anxiety and, in the end, better achieve. Thus, the goal that students become scientific literate at the end of their school education is approaching. On the long term, students are more likely to take further courses or to enter a vocation in their field of interest (e.g., science). According to numerous studies, however, the development of students' interest during the course of secondary school in almost all subjects is negative. In STEM-related subjects the decline is above average. The combination of relevance and decline of interest for science subjects reveals a need for research to foster the learners' interest. With regard to the Four-Phase Model of Interest Development from Hidi und Renninger (2006), situational interest is especially suitable to get uninterested learners involved.

The present research focuses on fostering situational interest in chemistry lessons. The process of fostering situational interest is called "triggering" and the methods that are used for this purpose "interest triggers". This research field was addressed in many studies, leading to a great variety of possible interest triggers. However, the findings regarding their effectiveness in triggering situational interest are not that clear-cut. These ambiguities in prior research findings underline the demand for more focused approaches that investigate the potential of specific triggers to foster students' situational interest in authentic classrooms as well as the conditions that need to be taken into account to realize this potential. To address this research gap, two related studies were designed and conducted, beginning with an observational study followed by an intervention study. During the observational study conducted in regular chemistry lessons, the situational interest of learners were tracked and the design of the individual lessons were captured by using standardized observation protocols that focused on indicators of instructional quality and on categorizations of specific sequences. Considering instructional quality in interplay with learners' situational interest represents a hitherto neglected approach that offers deeper insights into the interplay between interest and sight as well as deep structures of instruction. Negative effects were found for classroom management and understanding orientation, while positive effects were detected for structuring and fostering. Moreover, the relations between specific sequences like practical exploration phases and learners' situational interest were examined: Experimental phases were shown to have a positive effect on learners' situational interest, while theoretical phases seem to have a negative effect. The qualitative

analysis of the study revealed that formative assessments seem to closely relate to the situational interest of all learners.

Based on this results and to address the main aim of this research, three interventions were designed. These interventions are variations of formative assessment and were all developed for chemistry lessons. They were tested in different classroom settings. The multilevel analysis focused not only on the effects on learners' situational interest, but also on the perception of interventions depending on different learner characteristics like individual interest, gender and achievement. Even though formative assessment methods were interesting for almost all learners in the first study, the results of this study revealed that only one of three interventions was interesting for all learners. The additional consideration of learner characteristics showed that the influence of these characteristics varies as well: Highly individual interested learners better evaluated all interventions, but gender and achievement influenced only the perception of two interventions. Accordingly, the results of this study make it clear that, on the one hand, the same trigger is rated as interesting to different extents depending on the implementation and, on the other hand, that this interestingness of the implementations is influenced to different degrees by student characteristics.

The results of both studies support the assumption that the triggering process of (situational) interest is highly individual. They offer a first overview of the interplay between different interest triggers in classroom settings. However, it becomes also clear that for effective promotion of situational interest for all learners, too little is known so far about relations between learner characteristics and the individual perception of specific interest triggers. Here, further need for research was uncovered.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XIV
1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen	4
2.1 Interessentheorien	4
2.1.1 Individuelles und situationales Interesse	7
2.1.2 Individuelle Interessensentwicklung	9
2.2 Relevanz von Interesse im schulischen Bildungskontext	12
2.3 Interesse im Zusammenspiel mit weiteren Schüler:innenmerkmalen	13
2.3.1 Leistung	14
2.3.2 Selbstkonzept	15
2.3.3 Lernfreude	15
2.3.4 Geschlecht	16
2.4 Messungen von Interesse	17
2.5 Längsschnittliche Interessensentwicklung im Schulkontext	19
2.6 Förderung von Interesse	21
2.6.1 Mögliche Trigger zur Förderung von Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht	22
2.6.2 Feedback als Beispiel für einen Interessenstrigger	25
2.6.3 Interindividuelle Unterschiede in der Wirksamkeit von Interessenstriggern	26
2.7 Zusammenfassung und Herleitung des Forschungsdesiderats	28
3 Design der Beobachtungsstudie	30
4 Publikation 1 zur Beobachtungsstudie	33
4.1 Einleitung	34
4.2 Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung	35
4.2.1 Trigger von situationalem Interesse	37
4.2.2 Unterrichtsqualität	38
4.3 Fragestellungen	41

4.4	Methodisches Vorgehen	43
4.4.1	Studiendesign	43
4.4.2	Erhebungsinstrumente	44
4.4.3	Datenauswertung	47
4.5	Ergebnisse.....	50
4.5.1	Zusammenhang zwischen situationalem Interesse und Unterrichtsqualitätsmerkmalen	50
4.5.2	Zusammenhänge von inhaltlichen Unterrichtsphasen und dem situationalen Interesse.....	51
4.5.3	Zusammenhänge zwischen individuellem und situationalem Interesse	53
4.6	Diskussion	55
4.6.1	Unterrichtsmerkmale und -phasen	55
4.6.2	Individuelles Interesse.....	57
4.7	Limitationen und Fazit.....	58
5	Publikation 2 zur Beobachtungsstudie	61
5.1	Einleitung	62
5.2	Theoretischer Hintergrund	63
5.2.1	Interesse	63
5.2.2	Interessenentwicklung.....	64
5.2.3	Möglichkeiten zur Förderung von Interesse.....	64
5.3	Forschungsfragen.....	66
5.4	Methodisches Vorgehen	68
5.4.1	Studiendesign	68
5.4.2	Erhebungsinstrumente	69
5.4.3	Datenauswertung.....	69
5.4.3.1	Analyse der gemittelten Interessenverläufe	69
5.4.3.2	Analyse der gruppierten Interessenverläufe.....	70
5.4.3.3	Qualitative Inhaltsanalyse	72
5.4.3.4	Gütekriterien	72
5.5	Ergebnisse.....	73

5.5.1	Deskriptive Darstellung	73
5.5.2	Interessenmaxima	74
5.5.3	Interessenminima	76
5.5.4	Divergierende Interessenentwicklung	76
5.5.5	Konvergierende Interessenentwicklung.....	77
5.5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	78
5.6	Diskussion	80
5.6.1	Gemittelte Verläufe	80
5.6.2	Berücksichtigung von Personenmerkmalen	82
5.7	Ausblick, Implikationen und Limitation	83
6	Design der Interventionsstudie	85
6.1	Zusammenfassung der Hauptergebnisse aus der Beobachtungsstudie.....	85
6.2	Aufbau der Interventionsstudie	85
7	Publikation 1 zur Interventionsstudie	89
7.1	Formatives Bewerten.....	89
7.1.1	Definition und aktuelle Befunde	89
7.1.2	Varianten formativer Bewertung.....	90
7.2	Methodenbeispiele zur formativen Bewertung im Chemieunterricht.....	91
7.3	Gelingensbedingungen für formative Bewertung	98
8	Publikation 2 zur Interventionsstudie	99
8.1	Introduction.....	99
8.2	Theoretical Background.....	100
8.2.1	Interest.....	100
8.2.2	Interest Development.....	101
8.2.3	Relation of interest to other constructs	101
8.2.4	Fostering interest in science	102
8.2.4.1	Formative Assessment	103
8.3	Research Questions	105
8.4	Methods.....	107

8.4.1	Sample.....	107
8.4.2	Study design	107
8.4.2.1	Interventions	108
8.4.3	Instruments	109
8.4.3.1	Situational interest	109
8.4.3.2	Pre-/Post-Test.....	110
8.4.4	Treatment of missing data.....	111
8.4.5	Data analysis	111
8.5	Results.....	112
8.5.1	Descriptive Statistics and preliminary multilevel analysis.....	112
8.5.2	To which extent does each formative assessment-intervention (<i>LBB</i> , <i>rubric</i> , <i>Kahoot!</i>) contribute to the students' situational interest?	113
8.5.3	To which extent are the effects of the interventions on the students' situational interest moderated by the students' evaluation of these interventions?	113
8.5.4	To which extent are the effects of the interventions on the students' situational interest moderated by the students' initial enjoyment?.....	116
8.5.5	To which extent are the evaluations of the interventions associated with gender, grade, science self-concept, individual interest, and initial enjoyment of the students?.....	116
8.6	Discussion	117
8.6.1	Impact of interventions on students' situational interest.....	117
8.6.2	Impact of learner characteristics on students' evaluations of interventions	118
8.7	Limitations.....	120
8.8	Conclusion and implications.....	120
9	Zusammenfassung und Gesamtdiskussion.....	121
9.1	Methodische Entwicklungen.....	121
9.2	Trigger für situationales Interesse	123
9.3	Wahrnehmung von Trigger in Abhängigkeit von Schüler:innenmerkmalen.....	126
9.4	Limitationen	129
9.5	Implikationen und Ausblick.....	130

9.5.1 Forschung.....	130
9.5.2 Praxis	134
Literaturverzeichnis	136
Anhang A.....	161
Anhang B.....	173
Anhang C.....	181
Anhang D.....	192
Anhang E.....	202
Eidesstattliche Erklärung.....	206

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Relationen zwischen individuellem und situationalem Interesse nach Krapp et al. (1992).....	8
<i>Abbildung 2.</i> Interessensentwicklung gemäß der POI (Krapp, 2002).....	10
<i>Abbildung 3.</i> Leveleinteilung für die Mehrebenenanalyse.....	49
<i>Abbildung 4.</i> Verlauf des situationalen Interesses.....	70
<i>Abbildung 5.</i> Kategorisierung von formativen Bewertungen anhand von Anlass und Durchführung.....	91
<i>Abbildung 6.</i> Beispiel zur Implementation einer „On-the-fly“-Bewertung in den Chemieunterricht.....	92
<i>Abbildung 7.</i> Layouts der Softwares „Plickers“ (oben, Shana & Al Baki, 2020) und „Kahoot!“ (unten) für Multiple Choice-Fragen.....	93
<i>Abbildung 8.</i> Alkan-Ziehharmonika, adaptiert nach O’Dwyer & Childs (2014), in der Anwendung.....	95
<i>Abbildung 9.</i> Rubric zur Selbstbewertung.....	95
<i>Abbildung 10.</i> Checkliste zur Selbstbewertung.....	96
<i>Abbildung 11.</i> Learning Log.....	96
<i>Abbildung 12.</i> Beispielhafter Ablauf einer Predict-Observe-Explain Aufgabe (nach Ayala et al., 2008).....	98
<i>Figure 13.</i> Study design.....	108
<i>Figure 14.</i> Structure of hierarchical nested data.....	111
<i>Figure 15.</i> Structural equation model.....	116
<i>Abbildung A1.</i> Scree-Plot auf Basis von 21 Items.....	162
<i>Abbildung A2.</i> Scree-Plot der wiederholten Faktorenanalyse nach Löschung weiterer 4 Items.....	162
<i>Abbildung C1.</i> Kopiervorlage für die Alkan-Ziehharmonika nach O’Dwyer und Childs (2014).....	184

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1.</i> Unterrichtsqualitätsmerkmale nach Helmke et al. (2010)	39
<i>Tabelle 2.</i> Zusammenfassung der Stichprobenzusammensetzung.....	44
<i>Tabelle 3.</i> Zusammenfassung der deskriptiven Statistik.....	46
<i>Tabelle 4.</i> Anteil der fehlenden Werte	48
<i>Tabelle 5.</i> Pearson-Korrelationen.....	49
<i>Tabelle 6.</i> Ergebnisse des Wald-Tests.....	50
<i>Tabelle 7.</i> Ergebniszusammenfassung der Mehrebenenanalyse (Mod1.0 – Mod1.3)....	52
<i>Tabelle 8.</i> Ergebnisse des Wald-Tests.....	53
<i>Tabelle 9.</i> Ergebniszusammenfassung der zweiten Mehrebenenanalyse.....	54
<i>Tabelle 10.</i> Berechnete Gruppendifferenzen zur Kategorisierung von Unterrichtsphasen	71
<i>Tabelle 11.</i> Verteilung der extrahierten Phasen auf die inhaltlichen Unterrichtsphasen.	73
<i>Tabelle 12.</i> Phasenbeschreibungen der Interessenmaxima	74
<i>Tabelle 13.</i> Zusammenfassende Ergebnisdarstellung	79
<i>Table 14.</i> Key strategies of formative assessment (from Wiliam & Thompson, 2008)..	104
<i>Table 15.</i> Descriptive statistics, reliabilities (Cronbach's α) and the proportion of missing data.....	112
<i>Table 16.</i> Results of Wald-test	114
<i>Table 17.</i> Multilevel analysis	115
<i>Tabelle A1.</i> Zusammenfassung der Forschungslage zu Interessenstriggern.....	161
<i>Tabelle A2.</i> Itemformulierungen des Beobachtungsbogens.....	163
<i>Tabelle A3.</i> Codiermanual zur Kategorisierung und Abgrenzung der beobachteten Unter- richtsphasen.....	164
<i>Tabelle A4.</i> Items zur Erhebung des individuellen Interesses.....	171
<i>Tabelle B1.</i> Zusammenfassung der Forschungslage zu Interessenstriggern.....	173
<i>Tabelle B2.</i> Codiermanual zur Abgrenzung der Unterrichtsphasen.....	174
<i>Tabelle B3.</i> Beschreibung der Phasen, die jeweils ein Interessenmaximum bilden.....	175
<i>Tabelle B4.</i> Beschreibung der Phasen, die jeweils ein Interessenminimum bilden.....	175
<i>Tabelle B5.</i> Beschreibung der Phasen, zu einer divergierenden Entwicklung des situatio- nalen Interesses führten.....	176
<i>Tabelle B6.</i> Beschreibung der Phasen, zu einer konvergierenden Entwicklung des situati- onalen Interesses führten.....	177
<i>Tabelle B7.</i> Beispiel für einen Verlaufsplan.....	180
<i>Tabelle C1.</i> Beispielhafte Itemsammlung zur Erstellung eines Quiz im Themenbereich "Säure und Base".....	181

<i>Table D1.</i> Collection of possible items for interactive quizzes like Kahoot! regarding the unit 'acids and bases'	196
<i>Table D2.</i> Collection of the items used during pre-test.....	199
<i>Table D3.</i> Item that was continuously used to measure situational interest.....	200
<i>Table D4.</i> Items that were used by the students to evaluate the interventions.....	200
<i>Table D5.</i> Multilevel analysis.....	201
<i>Tabelle E1.</i> Items aus dem Prä-Test zur Erfassung des individuellen Interesses, des naturwissenschaftlichen Selbstkonzepts und der Lernfreude.....	202
<i>Tabelle E2.</i> Items zur Bewertung der drei verschiedenen Interventionen.....	203

1 Einleitung

Warum beschäftigt sich Person A in ihrer Freizeit mit einem Thema, besucht Museen und liest Bücher um mehr darüber zu erfahren, während Person B sich nicht freiwillig mit dem gleichen Thema beschäftigen möchte? Die Antwort auf diese Frage ist gleichzeitig ein Fokus dieser Forschungsarbeit: Person A *interessiert* sich für das betreffende Thema und setzt sich daher mit diesem ohne externe Anreize auseinander (Renninger & Hidi, 2011). Diese vertiefte, wiederholte und selbstinitiierte Auseinandersetzung mit einem Gegenstand wird als Interesse bezeichnet und der intrinsischen Motivation zugeordnet (Ryan & Deci, 2000).

Gerade im Bildungskontext erfährt und erfährt das Interesse der Lernenden eine hohe Aufmerksamkeit, da in zahlreichen Studien gezeigt werden konnte, dass ein höheres Interesse mit effektivem Lernen im Sinne der Anwendung elaborierterer Lernstrategien sowie einer höheren Quantität und Qualität der Lernergebnisse einhergeht (Hidi et al., 2004; Potvin & Hasni, 2014b; Schiefele et al., 1992). So wird auch von Gottfried et al. (2009) die Signifikanz von Interesse als Bestandteil der intrinsischen Motivation wie folgt hervorgehoben: „From childhood through adolescence, across varied populations, those with higher academic intrinsic motivation are more competent in school, evidencing significantly greater academic achievement, more positive perceptions of their academic competency, lower academic anxiety, and less extrinsic motivation.” (Gottfried et al., 2009, S. 729). Ein zweiter, wichtiger Faktor ist die Beziehung zwischen Interesse und Kurs- bzw. Berufswahlentscheidungen: Maltese und Tai (2011) konnten in ihrer Studie zeigen, dass das Interesse von Lernenden am naturwissenschaftlichen Unterricht in der achten Jahrgangsstufe positiv mit der Wahl von naturwissenschaftlichen Weiterbildungen und dem Erlangen von naturwissenschaftlichen Bildungsabschlüssen am Ende der Schullaufbahn zusammenhängt. Neben dem reinen Ergreifen eines Berufs hängt das Interesse auch mit der späteren Zufriedenheit in diesem Beruf zusammen (Stoll et al., 2017; Su, 2018).

Eine Untersuchung der durchschnittlichen Interessensentwicklung der Lernenden von der Primarstufe über den Verlauf der Sekundarstufe zeigte, dass sich das Interesse von einem universellen Interesse zu einem spezialisierten Interesse entwickelt und damit durchschnittlich abnimmt (Schiefer et al., 2018). Im Vergleich der verschiedenen Domänen nimmt jedoch das Interesse an den Naturwissenschaften überdurchschnittlich stark ab (Krapp & Prenzel, 2011). Als Gründe für diesen Befund nennen Potvin und Hasni (2014a) unter anderen, dass die Lerninhalte in naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern im Verlauf der Sekundarstufe als deutlich schwieriger wahrgenommen werden. Der steigende Schwierigkeitsgrad liegt laut den Autoren in der steigenden Komplexität und Abstraktion

begründet. Vor dem Hintergrund der oben genannten Forschungsbefunde wird der überdurchschnittliche Interessensabfall in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern besonders relevant. Dieser soll im Zuge dieser Arbeit adressiert werden, indem zunächst der Chemieunterricht verschiedener Lehrkräfte detailliert auf interessensfördernde Potenziale untersucht wird und diese anschließend in Möglichkeiten überführt werden, mithilfe derer das Interesse von Lernenden im Chemieunterricht gefördert werden kann.

Für dieses Forschungsziel wird Interesse im Zuge der Person-Gegenstands-Theorie („*person object theory of interest*“; POI) nach Krapp (z.B. 1999, 2002) konzeptualisiert. Um einen geeigneten Ansatzpunkt für gezielte Fördermöglichkeiten von Interesse zu finden, wurde das Vier-Phasen Modell der Interessensentwicklung nach Hidi und Renninger (2006) adressiert, welches auf der POI aufbaut und die Entwicklung von Interesse innerhalb einer Person beschreibt. Nach diesem Modell eignet sich insbesondere das instabilere situationale Interesse zur Förderung, um auch die bis dato nicht interessierten Lernenden erreichen zu können (Renninger & Hidi, 2011). Daher fokussiert diese Arbeit insbesondere die Förderung von situationalem Interesse im Chemieunterricht.

Die vorliegende Arbeit ist in vier wesentliche Bereiche einzuteilen: Anschließend an diese Einleitung wird zunächst die relevante Forschungsgrundlage (*Kapitel 2*) vorgestellt. Diese fokussiert eine detaillierte theoretische Klärung des Konstrukts Interesse sowie des Zusammenhang mit weiteren für die Arbeit relevanten Konstrukten wie Leistung, Selbstkonzept und Lernfreude. Nach einer kurzen Darstellung einer typischen Interessensentwicklung im Verlauf der Schulzeit konzentriert sich die Arbeit auf den Prozess des Förderns von Interesse. Dafür werden verschiedene Möglichkeiten in den Blick genommen. Dieser Teil endet mit einer kurzen Zusammenfassung und der Herleitung des übergeordneten Forschungsdesiderats. Im zweiten Teil (*Kapitel 3*) wird dann die Konzeption, Umsetzung und Auswertung einer ersten Beobachtungsstudie zur Analyse der Interessenheit verschiedener möglicher Interessenstrigger im Chemieunterricht vorgestellt. Die Ergebnisse der Studie werden in zwei Publikationen zusammengefasst (*Kapitel 4 und 5*), welche ebenfalls zu diesem Bereich gehören. Auf diese Ergebnisse aufbauend wird die Planung verschiedener Interventionen aus dem Bereich des formativen Assessments dargestellt, um gezielt situationales Interesse von Lernenden im Chemieunterricht zu fördern (*Kapitel 6*). Die Umsetzung und Analyse dieser Studie wird ebenfalls in diesem dritten Teil der Arbeit dargestellt. Dazu gehören ein Übersichtsartikel zu verschiedenen Möglichkeiten, formatives Assessment im Chemieunterricht zu etablieren und eine Fachpublikation, welche die Wahrnehmung der eingesetzten Interventionen in Abhängigkeit verschiedener Schüler:innenmerkmale analysiert (*Kapitel 7*). Zuletzt werden sowohl die Beobachtungs-

als auch die Interventionsstudie im Diskussionsteil zusammengefasst und ganzheitlich diskutiert (*Kapitel 8*). Es werden verschiedene Implikationen für Forschung und Schulpraxis formuliert.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Interessentheorien

Verkürzt beschreibt Interesse das Bedürfnis einer Person, sich mit einem Gegenstand oder Thema selbstintendiert auseinanderzusetzen und diesen näher zu erforschen (Krapp, 1999). Da Interesse bereits seit langer Zeit als wichtige Variable im Bildungskontext wahrgenommen wird (s. Kap. 2.2), ist die Forschungstradition entsprechend lang und es finden sich teilweise unterschiedliche Definitionen dafür, was unter Interesse zu verstehen ist (Krapp et al., 1992). Zwei Modelle, die für diese Arbeit besonders relevant sind, sind zum einen die Person-Gegenstands-Theorie („*person object theory of interest*“; POI), welche insbesondere von Krapp entwickelt wurde (Krapp, 2002, 2005), und das Vier-Phasen Modell der Interessensentwicklung, welches auf der POI aufbaut und von Hidi und Renninger (2006) postuliert wurde. Renninger und Hidi (2011) haben aus diesen und weiteren Definitionen von Interesse in ihrem Review fünf Aspekte kondensiert, in denen sich die meisten Interessentheorien überschneiden:

1. *Interesse ist gegenstand- oder objektspezifisch.*

Wenn eine Person interessiert ist, dann ist er/sie immer an etwas interessiert. Dementsprechend muss bei der Beschreibung des Interesses stets der Bezug zum Gegenstand oder Objekt mitgedacht werden (Krapp, 2002). Das Interessenobjekt kann einem tatsächlichen Gegenstand entsprechen, aber auch ein Thema oder eine Aktivität beschreiben (Schiefele, 1991). Auch wenn dadurch das Interessensobjekt sehr individuell definiert ist, ist es nicht per se idiosynkratisch. Insbesondere im Schulkontext sind durch die Einteilung verschiedener Inhalte in Schulfächer mögliche Interessensobjekte hoch standardisiert (Krapp, 2002). Hier unterscheiden Hoffmann et al. (1998) im Rahmen der IPN-Interessenstudie zwischen Fach- und Sachinteresse: Das Fachinteresse bezieht sich auf das Unterrichtsfach selber, während das Sachinteresse den Interessensgegenstand losgelöst vom schulischen Kontext beschreibt. In weiteren Studien wurde zudem noch das topologische Interesse ergänzt, also das Interesse an verschiedenen Kontexten, Themen und Tätigkeiten (Daniels, 2008).

2. *Interesse wird durch eine Beziehung zwischen der Person, der Umwelt, in der sich das Objekt oder der Gegenstand befindet, sowie der Interaktion zwischen beidem induziert.*

Die Gegenstand- und/oder Objektspezifität in Kombination mit der benötigten Interaktion zwischen Person und Gegenstand grenzt das Konstrukt Interesse deutlich von anderen motivational-affektiven Konstrukten ab (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002). Das Potenzial zum Interesse liegt also in der Person, aber die Ausprägung des Interesses

hängt auch von der Umgebung und dem Gegenstand/Objekt ab (Schiefele, 1999). Für Lehrkräfte ist dieser Aspekt von besonderem Interesse, da sie im Unterricht die Umgebung gestalten und den möglichen Interessensgegenstand, beispielsweise durch verschiedene Kontextualisierungen von Fachinhalten, selbstständig auswählen und die Umgebung gestalten können (Krapp, 2002).

3. *Interesse hat sowohl affektive als auch kognitive Bestandteile.*

Die affektiven und kognitiven Bestandteile charakterisieren die oben beschriebene Beziehung zwischen Person und Interessensgegenstand näher. Sie sind zwar separat voneinander zu betrachten, interagieren dennoch miteinander (Hidi & Renninger, 2006). Diese beiden Bestandteile werden innerhalb der POI auch als Valenzen bezeichnet (Krapp, 2002; Schiefele, 1999). Generell wird zwischen wertbezogenen („*value-related*“) und gefühlsbezogenen („*feeling-related*“) Valenzen unterschieden (Krapp, 2005). Diese Valenzen kennzeichnen mithilfe bestimmter Attribute die Beziehung zwischen dem Interessensgegenstand und der Person. Zu den Attributen, die die persönliche Bedeutsamkeit des Interessensgegenstandes für den Lerner und damit die wertbezogenen Valenzen beschreiben, gehört u.a. die Möglichkeit zur Selbstverwirklichung und Weiterentwicklung der eigenen Persönlichkeit. Zu den Attributen, die die gefühlsbezogenen Valenzen charakterisieren, gehören wiederum die Gefühle des Flow-Erlebens, innerhalb dessen sich erbrachte Anstrengungen mühelos anfühlen, der Freude und Stimulation (Krapp, 2005; Schiefele, 1999, 2017). Schiefele (1999) differenziert diese Valenzen weiter in „*valence beliefs*“ und „*valence cognitions*“, wobei sich ersteres auf ein verhältnismäßig stabiles Personenmerkmal und letzteres auf eine temporäre Ausprägung bezieht.

Die Anteile der beiden Bestandteile variieren laut Vier-Phasen-Modell der Interessensentwicklung je nach Entwicklungsstand des Interesses (Renninger & Hidi, 2011). Auf die Interessensentwicklung wird im weiteren Verlauf gesondert eingegangen (Kap. 2.1.2).

4. *Die interessierte Person ist sich nicht zwingend des eigenen Interesses bewusst.*

Diesen Aspekt führt Krapp (2005) in der POI detailliert aus, indem er das Zustandekommen von interessensgeleiteten Handlungen in z.B. Lernsituation als Resultat eines kognitiv-emotionalen Regulationssystems beschreibt. Demzufolge kommen diese Handlungen nur zustande, wenn sowohl das emotionale als auch das kognitiv-rationale Feedback positiv sind. Das kognitiv-rationale Feedback beinhaltet, dass die Handlung als wichtig und persönlich bedeutsam wahrgenommen wird (Krapp, 2002). Krapp (2005) setzt diese Arten des Feedbacks in Relation mit der „*Self-Determination-Theory*“ (SDT), die drei psychologische Grundbedürfnisse postuliert: Kompetenz- und Autonomieerleben sowie das Gefühl der sozialen Eingebundenheit. Wenn diese Kriterien erfüllt sind, fühlt eine Person sich in ihrer aktuellen Situation wohl (Ryan & Deci, 2004). Dieses positive emotionale

Feedback muss aber nicht per se von der Person bewusst wahrgenommen werden. Teilweise wird es nur wahrgenommen, wenn Reflexions- und Bewertungsprozesse external (z.B. durch Reflexionsaufgaben im Unterricht) induziert werden (Krapp, 2005).

5. *Interesse basiert auf neuro-psychologischen Vorgängen.*

Die Frage, wie Unterschiede zwischen Lernenden bezüglich kognitiver Vorgänge (beispielsweise Lernprozesse) mit neurowissenschaftlichen Forschungsergebnisse in Einklang zu bringen sind, beschäftigt Neurolog:innen und Bildungswissenschaftler:innen bereits verstärkt seit Beginn diesen Jahrtausends (Byrnes, 2001; Willingham & Lloyd, 2007). Die Verknüpfung zwischen dem Entstehen motivationaler Variablen wie Interesse und neuronalen Vorgänge wird wiederum erst seit einigen Jahren intensiv beforscht (Hidi, 2016). Dabei wird insbesondere die zentrale Rolle des *Nucleus accumbens*, der im mesolimbischen System integriert ist, als Teil des Belohnungszentrums im Gehirn untersucht (Carlezon & Thomas, 2009). Genauer werden Interesse und durch Interesse induzierte Handlungen wie die freiwillige Recherche zum Interessensgegenstand („*information-seeking behaviour*“) als intrinsisch belohnend wahrgenommen. Generell ist jede Person aufgrund der biologischen Basis grundsätzlich dazu in der Lage, Interessen zu entwickeln und empfindet diese Interessen dann positiv (Renninger & Hidi, 2019).

Zusammenfassend ist Interesse also deutlich von anderen motivationalen Konstrukten abzugrenzen und eine wichtige Voraussetzung für intrinsisch motivierte Handlungen (Harackiewicz & Knogler, 2017). Eine intrinsische Motivation ist dadurch gekennzeichnet, dass ein innerer Anreiz (wie das Bedienen eines Interesses) zu einer bestimmten Handlung führt (z.B. selbstständige Recherche zu einem bestimmten Interessensgegenstand). Extrinsische Motivation hingegen führt zu Handlungen, die in einem äußeren Anreiz wie das Erreichen einer Note oder auch einer Bezahlung für eine Handlung begründet sind (Schiefele, 1999).

Neben diesem Ansatz definiert eine weitere aktuelle Betrachtung Interesse als Emotion (Silvia, 2006).¹ In den dazugehörigen Studien werden die mit Interesse assoziierten Gefühle analysiert. Demnach ist Interesse durch die Gefühle, mehr wissen und herausfinden zu wollen, sich in eine Aktivität verlieren zu wollen sowie sich einbringen und engagieren zu wollen, gekennzeichnet (Ainley & Hidi, 2014). Silvia (2005) fügt außerdem hinzu, dass Interesse durch die kognitive Verarbeitung von Situationen und deren Bewertungen („*cognitive appraisals*“) entsteht. Ein Kritikpunkt an dieser Konzeptualisierung ist

¹ Auch die zuvor beschriebene Definition von Interesse bezieht Emotionen als Affekt mit ein, allerdings liegt bei der im folgendem beschriebenen Definition von Interesse als Emotion der Fokus ausschließlich auf dem emotionalen (affektiven) Bereich. Eine detailliertere Auseinandersetzung dazu findet sich beispielsweise bei Hidi et al. (2015) oder bei Reeve et al. (2015).

allerdings, dass sie keine Annahmen für einen Mechanismus formuliert, welcher das Entstehen von Interesse erklärt (Renninger & Hidi, 2016).

Die hier vorgestellten Merkmale und Implikationen führen zu folgender Frage: Warum und wie entwickelt jede Person ihre eigenen Interessen? Ein Szenario, dass sich aus den Merkmalen von Interesse herleiten lässt, wäre, dass alle Personen in einem vergleichbaren sozio-kulturellen Kontext gleichmäßig an allem interessiert sind. In der Realität ist es aber so, dass jede Person andere und unterschiedlich starke Interessen hat. Zur Klärung dieser Fragestellung muss zunächst noch eine weitere Differenzierung von Interesse vorgenommen werden.

2.1.1 Individuelles und situationales Interesse

Interesse kann auf unterschiedlichen Ebenen betrachtet werden. Zunächst ist die bereits oben erwähnte Differenzierung in Sach-, Fach- und topologisches Interesse möglich (Daniels, 2008; Hoffmann et al., 1998). Diese Differenzierung spezifiziert jedoch nur den Interessensgegenstand näher. Um die Eigenschaften des Interesses näher zu charakterisieren, wird in situationales und individuelles Interesse unterschieden (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002; Schiefele, 1991, 1999).

Das individuelle Interesse umfasst eine generelle Präferenz für einen Interessensgegenstand und eine Prädisposition, sich immer wieder mit diesem Gegenstand zu beschäftigen. Eine individuell interessierte Person assoziiert mit dem Interessensgegenstand eine hohe persönliche Bedeutsamkeit und misst ihm damit einhergehend einen hohen Wert bei. Darüber hinaus sucht die Person die Begegnung und Auseinandersetzung mit dem Gegenstand (Krapp et al., 1992). Das individuelle Interesse ist relativ stabil und wird daher häufig auch als „*trait*“ beschrieben (Harackiewicz & Knogler, 2017; Hidi & Renninger, 2006).

Wenn eine individuell interessierte Person mit ihrem Interessensgegenstand in Berührung kommt, äußert sich das individuelle Interesse als ein psychologischer und akuter Zustand. Krapp et al. (1992) sprechen in diesem Kontext von einem aktualisierten individuellen Interesse (s. Abbildung 1). Dieses ist temporär limitiert und wird daher als „*state*“ charakterisiert. Die Ursache des aktualisierten individuellen Interesses liegt hauptsächlich in der Ausprägung des individuellen Interesses, aber auch in der Interessantheit („*interestingness*“) der Situation. In Lernsituationen können das Merkmale der Materialien oder Texte sowie andere Stimuli (z.B. die Beziehungen zwischen Lernenden und Lehrenden) sein. Das aktualisierte individuelle Interesse hängt also sowohl von Personen- als auch von Situationsmerkmalen ab (Krapp et al., 1992).

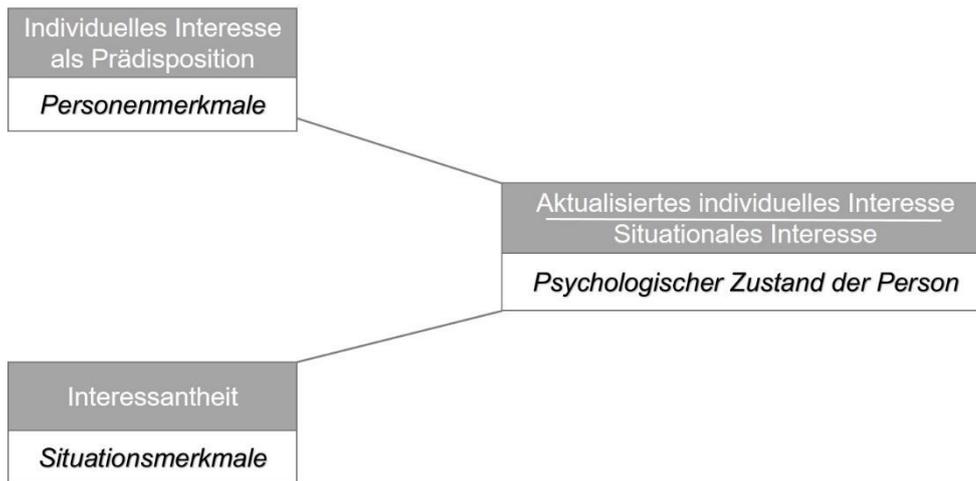


Abbildung 1. Relationen zwischen individuellem und situationalem Interesse nach Krapp et al. (1992)

Die andere Ausprägung von Interesse, das situationale Interesse, weist, wie auch der Abbildung 1 zu entnehmen ist, Ähnlichkeiten zum aktualisiertem individuellen Interesse auf. Es handelt sich dabei ebenfalls um einen „state“, also einen zeitlich begrenzten psychologischen Zustand (Hidi & Renninger, 2006; Krapp et al., 1992). Die Merkmale für diesen Zustand sind eine erhöhte Konzentration und positive Gefühle bezüglich des Interessensgegenstandes (Hidi & Renninger, 2006). Der Unterschied zum aktualisiertem individuellen Interesse liegt allerdings darin, dass es nur durch die Situation hervorgerufen wird, da die betroffene Person kein individuelles Interesse an dem Gegenstand hat. Knogler (2017) hebt als Problematik bei der Definition von situationalem Interesse hervor, dass aus psychologischer Forschungsperspektive nicht trennscharf geklärt ist, was genau eine Situation ist (Rauthmann et al., 2014). Er weist daher daraufhin, dass „situational“ dementsprechend von der Interessensforschung selbstständig definiert worden ist: „According to prominent interest theories [...] the relational nature of interest allows for a dynamic conceptualization of motivation in person-situation transactions at a particular moment in time and across time.“ (Knogler, 2017, S. 111).

Da kein individuelles Interesse vorhanden sein muss, um situationales Interesse zu entwickeln, kann jede bis dato uninteressierte Person ein situationales Interesse an einem Gegenstand entwickeln. Dieses Interesse kann aufgrund seiner Instabilität aber auch sehr schnell wieder verschwinden (Harackiewicz & Knogler, 2017). Die Ebenen des Sach-, Fach- und topologischen Interesses können sich sowohl im Sinne eines überdauernden Interesses an einem Gegenstand auf das individuelle Interesse beziehen, aber auch im Sinne eines von der Lernumgebung abhängigen, kurzfristigen Interesses an einem Gegenstand auf das situationale Interesse (Daniels, 2008).

2.1.2 Individuelle Interessensentwicklung

Wie hängen situationales und individuelles Interesse nun zusammen? Sowohl in der POI als auch in dem Vier-Phasen-Modell der Interessensentwicklung wird das situationale Interesse als Ausgangspunkt eines stabileren individuellen Interesses gesehen (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002).

In der POI beschreibt Krapp die ontogenetische Entstehung von Interesse, indem er zunächst die Entstehung des situationalen Interesses im Schulkontext (z.B. in einer Lernsituation) als Resultat einer Interaktion zwischen Person und Umgebung beschreibt (s. Abb. 2). Dabei sind die Merkmale der Situation entscheidend (Krapp, 2002). Situationales Interesse kann also als sofortige Antwort einer Person auf eine Situation definiert werden. Die dabei empfundenen Emotionen können sowohl negativ (z.B. Ekel; Schraw & Lehman, 2001) als auch positiv (z.B. Lernfreude; Schukajlow & Rakoczy, 2016) sein (Hidi & Harackiewicz, 2000).

Situationales Interesse als alleinige Kategorie ist sehr grob, da es nicht zwischen dem Zustandekommen des situationalen Interesses durch die Umwelt als spontane und sofortige Reaktion und einem etwas stabileren, aber immer noch zeitlich begrenzten situationalen Interesse unterscheidet. Mitchell (1993) separierte situationales Interesse daher in eine „*Catch*“- und eine „*Hold*“-Komponente, welche von Krapp im Folgenden übernommen wurden (z.B. Krapp, 2002). Diese sind als Stufen zu verstehen und bauen aufeinander auf. Die *Catch*-Komponente weckt das Interesse der Lernenden und ähnelt sehr stark der Neugier² (Krapp, 2002), während die *Hold*-Komponente länger anhält und die Lernergebnisse durch eine intensivere kognitive Auseinandersetzung mit dem Lern- und Interessensgegenstand verbessern kann. Krapp (2002) sieht das Erreichen der „*Hold*“-Stufe sogar als notwendige Bedingung für erfolgreiches und effektives Lernen. Um das situationale Interesse eines Lernenden zu halten, sodass es die „*Hold*“-Stufe erreicht, müssen die Lerninhalte persönlich bedeutsam sein (Mitchell, 1993). Dieser aktualisierte psychologische Zustand kann durch Internalisierungsprozesse zum individuellen Interesse werden. Die Person empfindet den Interessensgegenstand dann als persönlich wertvoll und identifiziert sich und seine/ihre Ziele mit dem Interessensgegenstand (Krapp, 2002).

² In aktuellen Publikationen wird diskutiert, ob epistemische Neugierde und situationales Interesse im Endeffekt das gleiche Konstrukt beschreiben. Während Schmidt und Rotgans (2020) anhand ihrer Studienergebnisse dafür plädieren, argumentiert Ainley (2019) mit dem Verweis auf Neugierde als *trait* dagegen. Hidi und Renninger (2019) führen darüber hinaus an, dass Neugierde, sobald sie gestillt ist, im Gegensatz zum (situationalen) Interesse zu keinem weiteren Engagement führt. Alle Autor:innen stimmen jedoch überein, dass mehr Forschung dazu durchgeführt werden muss, um endgültige Aussagen zu treffen (vgl. auch Alexander, 2019).

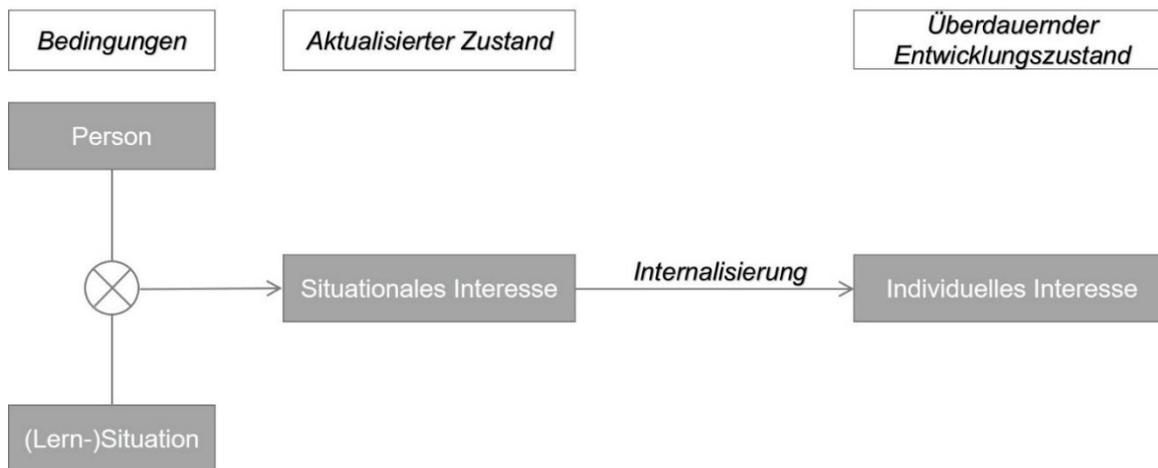


Abbildung 2. Interessensentwicklung gemäß der POI (Krapp, 2002)

Auf der POI aufbauend entwickelten Hidi und Renninger (2006) das Vier-Phasen Modell der Interessensentwicklung: Dieses sieht ebenso zwei Phasen für die Entwicklung des situationalen Interesses vor (1. „*triggered situational interest*“, 2. „*maintained situational interest*“). Der Begriff „*triggered*“, wie er von Hidi und Baird (1986) genutzt wird, wird dem Begriff „*catch*“ vorgezogen, da „*catch*“ suggeriert, dass bereits bestehendes Interesse auf eine Situation gelenkt wird, während „*triggering*“ bedeutet, dass neues Interesse entsteht (Krapp, 2002). Die inhaltliche Beschreibung der ersten beiden Phasen im Vier-Phasen Modell ähnelt stark der Beschreibung von Krapp (2002): Auch Renninger und Hidi (2016) beschreiben die erste Phase des situationalen Interesses als mit positiven oder negativen Emotionen behaftet. Darüber hinaus kann diese erste Phase in die zweite Phase übergehen, muss sie aber nicht. Als einen Gelingensfaktor für den Übergang in die zweite Phase benennen Hidi und Renninger (2006) ebenfalls die persönliche Bedeutsamkeit der Aufgaben bzw. Themen sowie einen hohen persönlichen Einsatz. Die Autorinnen beschreiben aber auch, dass die zweite Phase nicht zeitlich an die erste Phase gekoppelt sein muss. Die Person kann auch in einer anderen Situation erneut situationales Interesse zum gleichen Gegenstand aufbauen (Renninger & Hidi, 2016). In dieser zweiten Phase beginnt die interessierte Person den Interessensgegenstand wertzuschätzen. Beide Phasen des situationalen Interesses benötigen eine hohe externale Unterstützung, d.h. die Person muss durch die Gestaltung der Umgebung immer wieder dazu verleitet werden, sich mit dem Interessensgegenstand auseinanderzusetzen (Renninger & Su, 2012).

Im Unterschied zur POI unterteilen Hidi und Renninger (2006) das individuelle Interesse in zwei Phasen: das beginnende individuelle Interesse (3. „*emerging individual interest*“) und das stabil entwickelte individuelle Interesse (4. „*well-developed individual interest*“). Die dritte Phase ist dabei eine Mischphase aus akutem psychologischen Zu-

stand und einer beginnenden stabileren Prädisposition, die dazu führt, dass die betreffende Person wiederholt die Konfrontation und Beschäftigung mit dem Interessensgegenstand sucht (Renninger & Hidi, 2016). Diese Phase ist verbunden mit positiven Gefühlen zum und erhöhtem Wissen über den Interessensgegenstand (Renninger & Su, 2012). In dieser Phase reflektiert die interessierte Person bewusst das eigene Interesse (Renninger & Hidi, 2016). Wenn allerdings Schwierigkeiten auftreten oder die Person (negatives) Feedback erfährt, kann sich dieses beginnende individuelle Interesse auch sehr schnell zurückentwickeln (Hidi & Renninger, 2006). Wenn das beginnende individuelle Interesse hingegen gefordert und gefördert wird, kann es sich zu einem stabilen individuellen Interesse weiterentwickeln, welches dann einer relativ überdauernden Prädisposition und in einer bestimmten Situation einem akuten psychologischen Zustand entspricht. Hier ist das Wissen noch vertiefter und die positiven Gefühle stärker verankert (Renninger & Su, 2012). Diese Phase unterscheidet sich von der vorherigen durch eine erhöhte Frustrationstoleranz bei Schwierigkeiten sowie durch selbstständig generierte Neugierfragen, die die Person eigenständig zu beantworten versucht. Außerdem fordert die Person aktiv Feedback von anderen ein (Renninger & Hidi, 2016).

Zu jedem Zeitpunkt dieser vier konsekutiven Phasen kann sich das Interesse wieder zurückentwickeln und auch ganz verschwinden. Dies kann allerdings durch eine angemessene externale Unterstützung verhindert oder zumindest abgemindert werden (Azevedo, 2015).

Zusammengefasst gibt es in der Interessensentwicklung gemäß des Vier-Phasen Modells zwei gegenüberliegende Trends: Mit einem stärker entwickelten Interesse nimmt die Wertschätzung zum und das Wissen über den Interessensgegenstand zu, während die benötigte externale Unterstützung, um sich mit diesem zu beschäftigen und mehr zu erfahren, abnimmt (Hidi & Renninger, 2006). Diese Interessensentwicklung findet immer nach dem gleichen Muster statt und ist somit unabhängig von Alter oder Geschlecht (Renninger & Hidi, 2016). Empirische Evidenz zu diesem Modell gibt es mittlerweile in vielen Bereichen: Palmer et al. (2017), Harackiewicz et al. (2008), Tsai et al. (2008) und auch Cheung (2017) konnten in unterschiedlichen Studien und Kontexten zeigen, dass wiederholtes Erleben von situationalem Interesse zu individuellem Interesse führen kann. Die Unterscheidung zwischen „*Catch*“ und „*Hold*“ bzw. „*triggered situational interest*“ und „*maintained situational interest*“ konnte ebenfalls empirisch abgesichert werden (Knogler et al., 2015; Linnenbrink-Garcia et al., 2010; Linnenbrink-Garcia et al., 2013). Allerdings gibt es bei dieser Differenzierung auch kritische Stimmen, die diese Unterscheidung anzweifeln und beschreiben, dass das situationale Interesse nicht gehalten wird, sondern immer wieder neu gefördert wird (Rotgans & Schmidt, 2014). Lipstein und Renninger

(2007) konnten anhand verschiedener Merkmalsausprägungen das Interesse von Lernenden am Schreiben in die verschiedenen Phasen einordnen. Insgesamt ist dieses Modell zum jetzigen Stand weitgehend akzeptiert.

2.2 Relevanz von Interesse im schulischen Bildungskontext

Interesse beschreibt also das Bedürfnis einer Person, sich mit einem Gegenstand oder Thema selbstintendiert auseinanderzusetzen und diesen näher zu erforschen. Daher wird Interesse im Bildungskontext eine hohe Relevanz zugeschrieben: Krapp und Prenzel (2011) beschreiben in ihrem Review eine lange Forschungstradition, in der bereits Comenius (1592 – 1670) und Rousseau (1712 – 1778) Interesse einen hohen Stellenwert zuschrieben. Auch Johann Friedrich Herbart (1776 – 1841) erkannte Interesse als wichtiges Ziel von Bildung an.

Auch in modernen nationalen und internationalen Bildungsplänen wird Interesse hervorgehoben: So formuliert die OECD in ihren Zielen für die aktuelle Dekade, dass Lehrkräfte gezielt darin geschult werden müssen, die Interessen ihrer Lernenden zu fördern (OECD, 2020). Bezogen auf die Naturwissenschaften betont das National Research Council (US) die Signifikanz von Interesse im schulischen Kontext für die weitere Entwicklung des Unterrichts in dieser Domäne (National Research Council, 2012). In weiteren nationalen und fachspezifischen Lehrplänen wie den länderübergreifend geltenden Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) wird bezüglich des Bildungsbeitrags der Naturwissenschaften formuliert, dass die Förderung von Interessen ein wichtiger Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden sei (KMK, 2020). Darüber hinaus wird in länderspezifischen Lehrplänen wie den Fachanforderungen Chemie des Landes Schleswig Holstein ein Leitbild von gutem Unterricht beschrieben, welches explizit die Förderung von Fachinteressen betont (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 2019).

Ein Grund für die Verankerung der Interessensförderung in den genannten Bildungs- und Lehrplänen im Bereich der Naturwissenschaften ist, dass Interesse als Bestandteil von „*scientific literacy*“ (naturwissenschaftliche Grundbildung) angesehen wird: In den diversen Publikationen zu PISA (*Programme for International Student Assessment*) wird diese naturwissenschaftliche Grundbildung stets als Basis zur Erschließung und Bewertung neuer Informationen beschrieben. Die neu erschlossenen Erkenntnisse sollen anschließend zur Reflexion des eigenen Handelns herangezogen werden können (Schiepe-Tiska et al., 2019). Das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung von PISA wurde in einer Rahmenkonzeption zusammengefasst: Darin wird das Fundament zur Erlangung der genannten Kompetenzen zunächst von drei verschiedene Wissensbereichen

gebildet: konzeptuelles Wissen (Wissen, dass...), prozedurales Wissen (Wissen, wie...) und epistemisches Wissen (Wissen über Naturwissenschaften). Dieses Fundament umfasst aber auch die motivationalen Orientierungen und Einstellungen, welche unter anderem das Interesse an Naturwissenschaften implizieren (Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al., 2016).

Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al. (2016) fassen die Bedeutung des Interesses von Lernende wie folgt zusammen: „Wissen allein hilft im Alltag wenig, wenn Schülerinnen und Schüler sich nicht für Naturwissenschaften interessieren oder ihre Bedeutung für den Alltag und das Weltgeschehen nicht nachvollziehen können.“ (Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al., 2016, S. 55). Ziel der (naturwissenschaftlichen) Grundbildung ist es, dass Lernende nach Abschluss ihrer Schulbildung über ein anwendbares und anschlussfähiges Wissen in einer Domäne verfügen. Dieses Wissen ist der Ausgangspunkt für lebenslange Lernen und einer aktiven Partizipation an öffentlichen und gesellschaftlich relevanten Diskursen (Sälzer & Reiss, 2016).

Der Kompetenzbegriff, welcher in PISA und auch in den Bildungsstandards sowie in den EPA (Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung) als Grundlage dient, betont ebenfalls den Stellenwert von Interesse. Kompetenzen werden darin in Anlehnung an Weinert definiert als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ (Weinert, 2002, 27f). Er differenziert Kompetenzen dafür in drei verschiedene Bereiche: fachliche, fachübergreifende und Handlungskompetenzen. Interesse wird dabei der Handlungskompetenz zugeordnet. Im Endeffekt betont Weinert (2002) also genauso wie Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al. (2016) die Bedeutung von Interesse als Grundvoraussetzung für eine tiefergehende Auseinandersetzung mit einem Sachgegenstand. Ohne Interesse ist das im Zuge des Unterrichts erworbene Fachwissen mehr oder weniger nutzlos, da es nicht freiwillig über den Unterricht hinaus eingesetzt werden wird.

2.3 Interesse im Zusammenspiel mit weiteren Schüler:innenmerkmalen

Interesse ist nicht nur per se ein wichtiges Bildungsziel, vielmehr beeinflusst es weitere Schülermerkmale bzw. wird von diesen beeinflusst. Potvin und Hasni (2014b) geben in ihrem Review einen Überblick über die vielfältige Forschung, die es in diesem Bereich bereits gibt. Renninger und Hidi (2016) beleuchten in ihrem Buch wiederum insbesondere die Verknüpfung zwischen Interesse und anderen affektiven-motivationalen Vari-

ablen. Der Übersicht halber beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf die reziproken Beziehungen zwischen Interesse und den Bildungszielen bzw. Variablen, die für diese Arbeit relevant sind: Leistung, Selbstkonzept, Lernfreude und das Geschlecht der Lernenden. Die Relevanz für diese Arbeit ergibt sich aus den bekannten Zusammenhängen zwischen den Variablen und dem Interesse der Lernenden, welche in den folgenden Unterkapiteln expliziert werden.

2.3.1 Leistung

Eine hohe Leistung in Form von guten Noten oder entsprechenden Testergebnissen von Lernenden wird häufig als Bildungserfolg gleichgesetzt, sodass diese einen entsprechend hohen Stellenwert in der Bildungsforschung einnimmt (Schiefele et al., 1992). Daher ist die Verbindung und insbesondere der Einfluss von Interesse auf die Leistung häufig Gegenstand von Bildungsforschung (Krapp & Hascher, 2014; Schiefele, 1991; Schiefele et al., 1992). Die Begründung für eine angenommenen Wirkung von Interesse als Prädiktor auf die Leistung von Lernenden scheint auch einleuchtend: Ein nachhaltiges Interesse kann zu einer intensiveren, selbstintendierten Auseinandersetzung des Lernenden mit dem Interessensgegenstand führen und somit im Endeffekt auch zu mehr Wissen über den Lerngegenstand (Harackiewicz et al., 2000; Marsh et al., 2005; Trautwein et al., 2015). So zeigten sich eine positive Wirkung von Interesse auf die Leistung von Lernenden sowohl domänenspezifisch für die Naturwissenschaften, aber genauso in weiteren Unterrichtsfächern wie Deutsch und Mathematik (Jansen et al., 2016). Ein weiteres Ergebnis dieser Studie verdeutlichte, dass es nicht nur Unterschiede zwischen den Lernenden gibt (Stärker interessierte Lernende erzielen bessere Leistung als nicht so stark interessierte Lernende.), sondern auch innerhalb der Lernenden zwischen verschiedenen Unterrichtsfächern (Ein Lernender erzielt in einem Unterrichtsfach, das ihn sehr interessiert, höhere Leistungen als in einem Unterrichtsfach, das ihn nicht interessiert.). Jansen et al. (2016) analysierten außerdem, inwieweit es einen Unterschied macht, nur die Schulnote als Repräsentant der Schulleistung oder die Leistung mithilfe eines Tests zu erheben. Sie fanden die gleichen Effekte für beide Erhebungsmethoden, wobei der Zusammenhang zwischen Interesse auf die Note stärker war als zwischen Interesse und Testleistung. Die Autoren führen diese Unterschiede im Zusammenhang darauf zurück, dass in die Note nicht nur die Leistung der Lernenden einfließt, sondern auch deren Engagement (z.B. im Bereich der Hausaufgaben) über einen langen Zeitraum. Außerdem ist es möglich, dass Lehrkräfte hochinteressierte Lernende besser benoten, da diese mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eine regere Beteiligung am Unterricht zeigen. Diese Ergebnisse von Jansen et al.

(2016) deuten an, dass beide Methoden ein guter Indikator für die Schulleistung sein können.

Auch wenn der Hauptfokus darauf liegt, dass Interesse die Leistung beeinflusst, ist dieser Pfad auch anders herum denkbar: Interesse als das Produkt einer hohen Leistung. Dieser Pfad wurde in mehreren Studien untersucht und ebenfalls bestätigt (Ainley & Ainley, 2011; Rotgans & Schmidt, 2017). Höft und Bernholt (2019b) untersuchten die reziproke Beziehung zwischen Leistung und Interesse detaillierter: Zwischen dem Interesse von Lernenden an der Durchführung naturwissenschaftsspezifischer Tätigkeiten und der Leistung zeigten sich in der Studie reziproke Zusammenhänge insbesondere für die Aktivitäten, die als kognitiv aktivierend gelten (z.B. das selbstständige Planen und Durchführen von Experimenten).

2.3.2 Selbstkonzept

Eng mit der Leistung von Lernenden verknüpft ist die Wahrnehmung der eigenen Fähigkeiten in dem Bereich, also das Selbstkonzept der Lernenden. Denissen et al. (2008) untersuchten die Relationen zwischen Leistung, Selbstkonzept und individuellem Interesse von Lernenden. Sie fanden, dass alle Konzepte miteinander korreliert sind. Die stärkste Relation bestand zwischen Selbstkonzept und Interesse, während die Beziehung zwischen Interesse und Leistung am schwächsten war. Insgesamt waren Lernende, die eine hohe Leistung in einem Themenfeld erbrachten und sich dessen bewusst sind, auch interessierter an diesem Themenfeld. Für das Unterrichtsfach Mathematik konnten Marsh et al. (2005) zeigen, dass ein elaboriertes mathematisches Selbstkonzept zu einem hohen Interesse an Mathematik führen kann. Andersherum hat ein hohes Interesse an Mathematik aber nur einen geringen Effekt auf das mathematische Selbstkonzept. Für den naturwissenschaftlichen Bereich haben Taskinen et al. (2013) die Wirkung eines elaborierten Selbstkonzepts auf das individuelle Interesse an naturwissenschaftlichen Berufen untersucht und konnten hier einen positiven Effekt feststellen.

2.3.3 Lernfreude

Die (Lern-)Freude ist im Sinne der Kontroll-Wert-Theorie der Leistungsempfindungen (KWT) nach Pekrun (2006) eine positiv-aktivierende Emotion. Die KWT liefert ein Rahmen, innerhalb dessen die Entstehung und die Effekte von Emotionen in akademischen Leistungs- und Lernsituationen analysiert werden können. Es werden nicht nur kognitive Prozesse, sondern auch motivationale Prozesse berücksichtigt. Da bei der Lernfreude die Aufgabe oder Tätigkeit das Objekt ist, auf das sich die Emotion richtet, kann sie positive Auswirkungen auf den Lernerfolg haben: Lernfreude kann das sogenannte „*Flow-Erleben*“

induzieren (Pekrun, 2018). Die dadurch erhöhte Aufmerksamkeit kann zu einem größeren Lernfortschritt beitragen. Da die Lernfreude durch sogenannte „*appraisals*“ situativ gefördert werden kann, ist ein Teil dieses Konstrukts tätigkeitsbezogen (Pekrun, 2006). Der andere Part der Lernfreude ist eher als „*trait*“ zu verstehen und drückt den Teil der Lernfreude aus, den ein Lernender als Disposition mit in eine Lern- und Leistungssituation bringt. Dementsprechend empfindet ein Lernender mit einer hohen Lernfreude als *trait* in einer bestimmten Situation eher und mehr Lernfreude als ein Lernender mit einem geringeren *trait* (Nett et al., 2017). Auch wenn die beiden Konstrukte Interesse und Lernfreude Ähnlichkeiten aufweisen, äußern sie sich unterschiedlich: Ein interessierter Lernender fühlt das Bedürfnis, sich verstärkt mit seinem Interessensgegenstand auseinanderzusetzen, während sich Lernfreude als Zufriedenheit oder Vergnügen in Bezug auf das Objekt der Emotion äußert. Lernfreude und Interesse können, müssen aber nicht gemeinsam auftreten. Diese Aussage bezieht sich sowohl auf situationales Interesse als auch auf individuelles Interesse (Ainley & Hidi, 2014). In der KWT formulierte Pekrun (2006), dass erlebte Lernfreude zu einem höheren Interesse führen kann.

In einer längsschnittlichen Studie beleuchteten Höft und Bernholt (2019a) die Entwicklung der Lernfreude im Zusammenhang mit dem individuellen Interesse und der Leistung: Dabei weisen Lernfreude und individuelles Interesse den gleichen sinkenden Trend auf, während die Leistung im Verlauf der Sekundarstufe steigt. Leistung und Freude weisen im Einklang mit der KWT eine geringe positive und reziproke Beziehung zueinander auf. Höft und Bernholt (2019a) konnten zwar keinen Effekt vom Interesse der Lernenden auf die Lernfreude finden, aber theoriekonform einen positiven Effekt der Lernfreude auf das Interesse. Diese Ergebnisse aus der Domäne Chemie konnten in anderen Domänen wie der Mathematik (Schukajlow & Rakoczy, 2016) und in den Naturwissenschaften generell ebenfalls gezeigt werden (Ainley & Ainley, 2011).

2.3.4 Geschlecht

Geschlechterspezifische Interessen in Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht werden schon lange untersucht. Dieses frühe Forschungsdesiderat ist vor allem auf die Beobachtung zurückzuführen, dass Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht weniger individuelles Interesse und auch niedrigere Leistungen zeigten (Johnson, 1987). Ein Befund dieser Studie und auch der IPN-Interessenstudie, die im Rahmen des Physikunterrichts durchgeführt wurde, ist, dass Themen, die für Schülerinnen interessant sind, verstärkt in den Unterricht eingebunden werden müssen (Häussler & Hoffmann, 2000; Hoffmann et al., 1998). Eine Ausweitung dieser Untersuchungen auf den kompletten

naturwissenschaftlichen Bereich ergab ähnliche Ergebnisse: Demnach sind Jungen stärker an physikalischen Themen interessiert, während Mädchen höheres Interesse an biologischen Themen zeigen. Jungen wollten mehr über Elektrizität, Radioaktivität und Röntgenstrahlen erfahren, während Mädchen interessierter sind an Themen wie Gesundheit und gesundes Essen oder auch das Entstehen von Regenbögen (Elster, 2007; Jones et al., 2000). Diese stark themenzentrierte Untersuchung hat sich in den letzten Jahren zu einer eher tätigkeitsbezogenen und methodischen Untersuchung verändert: Fredricks et al. (2018) stellten fest, dass Mädchen interessierter sind an Aufgaben, die die Zusammenarbeit zwischen Lernenden fordern. Auch die Unterstützung durch andere Lernende („*peer support*“) hat für Mädchen einen höheren Stellenwert. Für Jungen zeigte sich, dass ein Erleben der eigenen Kompetenz verstärkt zu Interesse führte. Reschke et al. (2020) erweiterten die Erkenntnisse in diesem Bereich für den Chemieunterricht, in dem die Autor:innen zeigten, dass Mädchen im Vergleich zu Jungen ein stärkeres Interesse an der Arbeit mit Lese geschichten zeigten als an der Arbeit mit klassischen Sachtexten.

Neben der Fokussierung auf die Gestaltung von Unterricht wird insbesondere auch das Bestreben, nach der Schulzeit einen naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen, in Abhängigkeit vom Geschlecht untersucht, da Arbeitnehmerinnen in diesem Bereich deutlich unterrepräsentiert sind. Eine Kernursache dafür ist das höhere Interesse von männlichen Schülern an diesen Berufen (Wang & Degol, 2017). Diese Unterschiede sind unter anderem auf geschlechterspezifische Stereotypen zurückzuführen, die Schülerinnen suggerieren, dass sie keinen Beruf in diesem Bereich ergreifen können (Buccheri et al., 2011; Miller et al., 2015). Darüber hinaus können sich Schülerinnen häufig nicht mit diesen Stereotypen identifizieren, was wiederum dazu führt, dass das Interesse an einem Beruf in dem betreffenden Feld sinkt (Starr, 2018). Um das Interesse der Lernenden an naturwissenschaftlichen Berufen zu steigern, ist aber auch das allgemeine Interesse an Naturwissenschaften bereits in den unteren Klassenstufen relevant (Maltese & Tai, 2011; Sadler et al., 2012).

2.4 Messungen von Interesse

Da situationales und individuelles Interesse unterschiedliche Konstrukte sind, müssen diese dementsprechend auch separat gemessen werden. Das individuelle Interesse zu erheben ist dabei per se zunächst einfacher, da sich die Person überwiegend des eigenen Interesses bewusst ist. Dabei muss der Interessensgegenstand genau definiert werden: Soll ein Sach-, Fach- oder topologisches Interesse (vgl. Kap. 2.1) gemessen werden? Das Fachinteresse wurde im Rahmen der IPN-Interessenstudie über drei verschiedene Items erhoben: Zum einen wurde das Interesse am Fach Physik im Vergleich zu

anderen Unterrichtsfächern erfragt, zu einem späteren Zeitpunkt im gleichen Fragebogen wurde nur nach dem Interesse am Fach Physik gefragt und zuletzt der Bezug zum aktuellen Lerninhalt hergestellt und das Interesse an diesem erhoben (Hoffmann et al., 1998). Das Sachinteresse hingegen wurde in der gleichen Studie in drei Dimensionen aufgeteilt: Kontext (z.B. „Physik als Mittel zum Verständnis technischer Objekte im Alltag“), Gebiet (z.B. „Von Tönen, Klängen und Geräuschen: Wie sie erzeugt werden und wie sie sich ausbreiten.“) und Tätigkeit (z.B. „Rezeptive Tätigkeiten (beobachten, lesen, zuhören). Jedes Item bestand aus einer Kombination dieser drei Dimensionen und bildet insgesamt das Sachinteresse ab (Hoffmann et al., 1998). Aufbauend auf dem topologischen Interessenskonstrukt wurde das RIASEC+N-Modell entwickelt, welches einen besonderen Fokus auf aktive Tätigkeiten von Lernenden im naturwissenschaftlichen Unterricht legt und in sieben verschiedene typische Tätigkeitsfelder differenziert (z.B. künstlerische und kollaborative Tätigkeiten). Durch dieses Modell kann also das Interesse von Lernenden an diesen Tätigkeiten erhoben werden (Dierks et al., 2014). Die Idee dahinter ist, bestimmte Interessensprofile von Lernenden zu entwickeln und so gezielt Fördermaßnahmen für das Interesse bestimmter Lernergruppen zu gestalten (Dierks et al., 2016).

Das situationale Interesse hingegen ist aus vielerlei Hinsicht komplizierter zu erheben: Zum einen ist es sehr kurzlebig. Zum anderen ist nicht trennbar, ob es sich um ein aktualisiertes individuelles Interesse oder ein situationales Interesse handelt (Krapp, 2002). Aufgrund der temporären Instabilität wird häufig empfohlen, die Messungen direkt an die Situation zu koppeln (Ayotte-Beaudet et al., 2019; Palmer, 2009; Rotgans & Schmidt, 2018; Tapola et al., 2014). Weiterhin ist es wichtig, die Situation genau zu definieren: Soll das situationale Interesse an einer kompletten Unterrichtsstunde erhoben werden oder an einer bestimmten Tätigkeit während dieser Unterrichtsstunde? Eine Messung für eine komplette Unterrichtsstunde ist sehr grob, da eine Unterrichtsstunde ein Kompositum aus verschiedenen Phasen und damit verbundenen Tätigkeiten ist, sodass bei nur einer Messung kaum Rückschlüsse auf eine mögliche Kausalität zwischen Aktivität und situationalem Interesse möglich sind. Rotgans und Schmidt (2017) zeigten beispielsweise, dass das situationale Interesse während der Bearbeitung einer Unterrichtsstunde stark variiert. Daher werden häufig in einer Sequenz oder Unterrichtsstunde mehrfach Messungen durchgeführt (Palmer, 2009; Rotgans & Schmidt, 2014; Tapola et al., 2014). Auch wenn teilweise auf eine Analyse von Verhaltensweisen durch Observation, Aussagen aus Interviews und in den Situationen zur Feststellung des situationalen Interesses zurückgegriffen wird (Dohn, 2013; Renninger & Bachrach, 2015), werden insgesamt überwiegend Fragebögen und damit Selbstberichte eingesetzt (Ayotte-Beaudet et al., 2019). Da die Situation, in der das Interesse gemessen wird, möglichst wenig gestört werden soll, werden häufig sehr kurze Fragebögen zur Erhebung (Rotgans & Schmidt, 2014) oder auch nur ein

einziges Item eingesetzt, um situationales Interesse zu erheben (Palmer, 2009; Tapola et al., 2014). Der Aufwand für Observationen als eine Mischung aus Video- und Tonaufnahmen sowie Protokolle von Beobachtenden, wie Renninger und Bachrach (2015) sie anwenden, ist sehr viel höher als klassische Selbstberichte. Daher führen die Autorinnen auch limitierend aus, dass diese Methode nur für sehr kleine, nicht repräsentative Stichproben anzuwenden ist. Ein Vorteil dieser Methode ist aber ein sehr detaillierter Einblick in den Prozess der Interessensentwicklung.

Zusammenfassend sind sowohl für die Messung von individuellem als auch von situationalem Interesse verschiedene Instrumente etabliert. Die Wahl des Instruments hängt von verschiedenen Faktoren wie dem Interessensgegenstand und dem Studiendesign ab.

2.5 Längsschnittliche Interessensentwicklung im Schulkontext

In den vorherigen Kapiteln wurden vor allem die individuelle Entwicklung von Interesse über verschiedene Phasen sowie der Zusammenhang von Interesse (Kap. 2.1) mit weiteren Merkmalen von Lernenden (Kap. 2.3) fokussiert. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Analyse der Interessensentwicklung über die Schulzeit hinweg und insbesondere im Verlauf der Sekundarstufe(n). Ein übereinstimmendes Ergebnis der bisherigen Studien ist, dass das Interesse der Lernenden im Verlauf der Sekundarstufe in allen Bereichen abnimmt (Dotterer et al., 2009; Schiefer et al., 2018). Für den naturwissenschaftlichen Bereich, auf den diese Arbeit abzielt, wurde dieser Abfall des Interesses auch in separaten Studien nochmal gezeigt (Höft et al., 2019; Potvin & Hasni, 2014a). Im Vergleich zu anderen Unterrichtsfächern ist der Interessensabfall in den Naturwissenschaften im Verlauf der Sekundarstufe stärker (Krapp & Prenzel, 2011).

Differenziertere Untersuchungen zeigten allerdings z.B. für den Bereich der Physik, dass trotz dieser generellen Abnahme des Interesses einige Aktivitäten oder Kontexte dennoch als interessant von Lernenden wahrgenommen werden (Häussler & Hoffmann, 2000). Auch im Bereich der Chemie konnten Kontexte und Aktivitäten identifiziert werden, die Lernenden in der Sekundarstufe als interessant empfinden (Habig et al., 2018). Für die Fächer Biologie, Physik und Mathematik konnte außerdem in einer Studie von Gaspard et al. (2015) gezeigt werden, dass der beschriebene Interessensabfall zum Ende der ersten und Beginn der zweiten Sekundarstufe stoppt. Für das Fach Chemie zeigt sich bei einer differenzierten Untersuchung des tätigkeitsbezogenen Interesses von Lernenden mithilfe des RIASEC+N-Modell ein gespaltenes Bild: Für die Tätigkeitsdimensionen *Artistic* (z.B. graphische Darstellung von Versuchsaufbauten) und *Realistic* (z.B. Durchführung eines Experiments nach vorgegebener Anleitung) nimmt das Interesse auch im Vergleich

der Jahrgangsstufe 9 und 11 ab, während das Interesse an Tätigkeiten aus den Dimensionen *Enterprising* (z.B. die Leitung einer Gruppenarbeit übernehmen) und *Conventional* (z.B. das Sammeln und Protokollieren von Messdaten während eines Experiments) in demselben Zeitraum stagniert (Höft et al., 2019). Alles in allem zeigen diese Studien, dass es den Sachverhalt zu stark vereinfacht, wenn ein starker Interessensabfall postuliert wird, ohne detailliertere Analysen vorzunehmen. Auch wenn das Interesse sinkt, so finden Lernende auch in diesen Jahrgangsstufen Aktivitäten und Tätigkeiten, die sie interessieren (Frenzel et al., 2012). Fraglich bleibt aber eine Begründung für das durchschnittliche Sinken des Interesses.

Generell kommen Lernende mit einem hohen, sogenannten universellen Interesse in die Grundschule (Schiefer et al., 2018). Dieses entspricht jedoch nicht einem individuellen Interesse wie von Hidi und Renninger (2006) beschrieben, sondern ist eher durch affektive Komponenten geprägt (Frenzel et al., 2012). Insbesondere das universelle Interesse an naturwissenschaftlichen Themen und Kontexten ist sehr hoch (Krapp & Prenzel, 2011). Es wird im Laufe der Schulzeit gemäß des Modells der Interessensdifferenzierung auf verschiedene Unterrichtsfächer fokussiert, während sich das Interesse an anderen Unterrichtsfächern naturgemäß verringert oder auch verschwindet (Schiefer et al., 2018; Todt & Schreiber, 1998). Dieses Modell steht generell im Einklang mit dem beobachteten Interessensabfall, aber es liefert keinen Erklärungsansatz für den überproportional starken Interessensabfall an den Naturwissenschaften, insbesondere im Vergleich zu dem sehr hohen Interesse in der Grundschule. Ursächlich könnte hier die Änderung des Interessensgegenstandes von sehr globalen naturwissenschaftlichen Themen mit hohem Alltagsbezug (Primarstufe) zu deutlich spezielleren Themen, die teilweise sehr viel abstrakter sind und von den Lehrkräften auch nicht mehr so stark mit einem Alltagsbezug kontextualisiert werden (Sekundarstufe), sein (Anderhag et al., 2016). Dafür spricht auch die Differenzierung eines globalen Sachkundeunterrichts in die verschiedenen Domänen Biologie, Chemie oder Physik (Hartinger, 2015; Murray & Reiss, 2005). Auch eine Veränderung zu einem weniger schülerzentrierten Unterricht wurde als mögliche Ursache festgestellt (Logan & Skamp, 2008). Zusammengefasst sind in bisherigen Forschungsarbeiten verschiedene Gründe für ein sinkendes Interesse festgestellt worden. Neben der Interessensdifferenzierung als natürlichen Prozess sind vor allem die Unterrichtsgestaltung im Sinne der Methodik als auch die Themen- und Kontextwahl entscheidende Faktoren.

2.6 Förderung von Interesse

Bei einer Kombination der bisher dargestellten Forschungsergebnisse aus der Relevanz von Interesse und dem Trend des sinkenden Interesses innerhalb der Sekundarstufe im naturwissenschaftlichen Unterricht, ergibt sich das Desiderat, diesen Trend umzukehren oder ihn zumindest abzuschwächen. Ein wichtiger Faktor dafür ist die externale Unterstützung durch Lehrkräfte. Insbesondere das Fördern von situationalem Interesse ist hierfür geeignet, denn auch wenn Lernende mit einem niedrigen oder gar keinem individuellen Interesse in den Unterricht kommen, kann durch die Gestaltung der Lernumgebung, welche maßgeblich durch die Lehrkraft bestimmt wird, immer wieder situationales Interesse getriggert werden. Durch eine konstante Förderung des situationalen Interesses könnte so am Ende auch bei niedriginteressierten Lernende ein gewisser Grad an individuellem Interesse erreicht werden (Mitchell, 1993). Dieser Pfad ist auch gemäß des Vier-Phasen Modells der Interessensentwicklung vorgesehen, in dem sich das situationale Interesse zu einem stabileren individuellen Interesse weiterentwickeln kann (Hidi & Harackiewicz, 2000; Hidi & Renninger, 2006).

Das Fördern von Interesse im Sinne des Entstehens eines neuen situationalen Interesses wird auch „*Triggern*“ genannt. Die Faktoren, die dafür in den Unterricht eingebaut werden, werden dementsprechend als „*Trigger*“ bezeichnet (Hidi & Baird, 1986). Beispiele für solchen Faktoren wurden insbesondere im Kontext der Textgestaltung im Bildungsbereich untersucht. So fasste Schiefele (1996) zusammen, dass zwischen dem situationalen Interesse und dem Lernen mithilfe von Texten ein korrelativer Zusammenhang von im Mittel $r = 0.33$ ($p > .05$) besteht. Sachtexte, die wirksam situationales Interesse triggern können, sollten einen neuen Sachverhalt präsentieren, welcher eine gewisse Inkongruenz mit dem bisherigen Wissen aufweisen sollte. Darüber hinaus sollte der Text durch eine persönliche Relevanz für die Lesenden gekennzeichnet sein (Anderson et al., 1984; Hidi & Baird, 1986). Hidi & Harackiewicz (2000) fassen weitere Untersuchungen und deren Ergebnisse zum sogenannten textbasierten situationalen Interesse zusammen. Mitchell (1993) wandte diese Untersuchungen auf den Mathematikunterricht an. Er untersuchte die Trigger Rätsel, Einsatz von Computern und persönliche Relevanz. Auch wenn ein gewisser Überlapp zwischen den Fächern festzustellen ist (z.B. die persönliche Relevanz des Lerninhalts), so unterscheidet sich die Wichtigkeit verschiedener Trigger von Unterrichtsfach zu Unterrichtsfach: Im Chemieunterricht nehmen Experimente beispielsweise einen hohen Stellenwert ein, während sie in sprachlichen Fächern wie dem Deutschunterricht zu vernachlässigen sind. Aufgrund des Fokus dieser Arbeit auf den Chemieunterricht werden im Folgenden ausschließlich Befunde zu Triggern, welche im naturwissenschaftlichen Unterricht analysiert worden sind, dargestellt.

2.6.1 Mögliche Trigger zur Förderung von Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht

Da das Desiderat, (situationales) Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern in vielen verschiedenen Studien von verschiedenen Forschenden adressiert wurde, ist die Liste an Möglichkeiten entsprechend mannigfaltig. Die folgende Darstellung ist daher exemplarisch und keinesfalls erschöpfend zu verstehen. Der Übersicht halber werden die Trigger in verschiedenen, selbstständig eingeteilten Bereichen dargestellt: Von eher distalen Merkmalen, die die politische und administrative Ebene betreffen, über konkrete Merkmale der Unterrichtsgestaltung und schließlich Merkmalen der Lehrkraft sowie der Lernenden. Eine tabellarische Aufstellung möglicher Trigger für naturwissenschaftliches Interesse befindet sich im Anhang (A1).

Zu den distalen Merkmalen gehört beispielsweise ein möglichst früher (schulischer) Kontakt mit Naturwissenschaften: Ainley und Ainley (2011) stellten in ihrer Analyse der PISA-Daten von 2006 fest, dass ein früher Beginn von naturwissenschaftlichem Unterricht die Bildung eines höheren Interesses unterstützen kann, da dieses sich auf bisherige Erfahrungen mit naturwissenschaftlichem Lernen beziehen. Diese Erfahrungen dienen dann in neuen Situationen als Erwartungen an naturwissenschaftlichen Unterricht. An Gymnasien in Schleswig Holstein, auf die sich die nachfolgenden Untersuchungen beziehen, beginnt der Chemieunterricht erst in der achten Klassen, also relativ spät (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 2019). Ein anderer, eher administrativer Faktor sind häufige Begegnungen mit „*Out-of-school research experiences*“ (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Dieser Bereich ist sehr umfassend, aber im Kontext dieser Arbeit vernachlässigbar und wird daher, genauso wie weitere „*Out-of-school*“-Aktivitäten, hier nicht detaillierter berücksichtigt.

Auf einer Ebene, die näher am direkten Unterrichtsgeschehen zu verorten ist, sind Interessenstrigger einzuordnen, die direkt die Unterrichtsgestaltung betreffen. Diese Trigger können von den Lehrkräften selbst besser reguliert und durch die Adaption und Reflexion ihres eigenen Unterrichts stärker berücksichtigt werden. Hier sind zum einen eher kleinschrittige Trigger untersucht worden wie der vermehrte Einsatz von Gruppenarbeit oder andere kollaborativen Arbeitsformen (Jack & Lin, 2014, 2017; Matthews, 2004; Renninger & Bachrach, 2015; Swarat et al., 2012), der erhöhte Einsatz von mobilen Endgeräten wie Laptops oder Tablets für eigenständige Recherchen, das Vorbereiten von Präsentation oder auch zum Zeigen von naturwissenschaftlichen Videos (Logan & Skamp, 2013; vgl. auch Renninger & Bachrach, 2015; Swarat et al., 2012) oder auch der Gebrauch von Rätseln (Mitchell, 1993; Swarat et al., 2012). Bei letzterem ist eine relativ neue Entwicklung die Integration von sogenannten Escape-Rooms oder Mysterys in den Unterricht, in denen eine Reihe von Rätseln und Quizzen durch die Lernenden gelöst werden müssen,

um eine übergeordnete naturwissenschaftliche Fragestellung oder Problematik zu beantworten (Clapson et al., 2019; Pütz, 2020). Diese Methoden können zudem auch noch stärker spielerische und kompetitive Aspekte implementieren, welche ebenfalls interessensfördernd wirken können (Cheung, 2017). Ein weiterer Trigger sind Experimente und weitere praktische Aufgaben, welche eine besondere Bedeutsamkeit im Chemieunterricht haben. Diese gelten als besonders interessensfördernd (Akram et al., 2017; Logan & Skamp, 2013; Sheldrake et al., 2017; Shirazi, 2017). Dabei steht besonders der aktive Part im Sinne von „learning by doing“ im Fokus (Logan & Skamp, 2008)

Situationales Interesse von Lernenden im Unterricht kann auch getriggert werden, wenn auf Ebene der Unterrichtsgestaltung insbesondere die Lehr- und Lernmaterialien mit Blick auf die sogenannte „*collative variables*“ konzipiert werden (Berlyne, 1970). Diese umfassen folgende Aspekte:

- „*novelty*“ (z.B. im Sinne von unbekanntem Methoden und Aktivitäten; Cheung, 2017; vgl. auch Jack & Lin, 2014; Loukomies et al., 2013; Palmer, 2009; Renninger & Bachrach, 2015)
- „*surprise*“ (z.B. unerwartete Beobachtungen bei der Durchführung eines Experiments; Palmer, 2009; vgl. auch Loukomies et al., 2013)
- „*complexity*“ (z.B. Auseinandersetzungen mit Problemen, die immer komplexer werden wie der Klimawandel und seine Folgen; Knogler et al., 2015; vgl. auch Jack & Lin, 2017; Loukomies et al., 2013)
- „*suspense*“ (z.B. bei der Durchführung eines Demonstrationsexperiments; Palmer, 2009)

Weiterhin kann das Bereitstellen von Auswahlmöglichkeiten bzw. Freiheiten positive Auswirkungen auf das Interesse haben (Logan & Skamp, 2013). Palmer (2009) analysierte, dass insbesondere die freie Planung oder arbeitsteilige Durchführung von Experimenten mögliche Interessenstrigger sind, die zu mehr Autonomieempfinden führen. Lernende empfinden (Chemie-)Unterricht insbesondere dann als interessant, wenn die Themen und Kontexte eine persönliche und/oder gesellschaftliche Relevanz haben (Harackiewicz & Hulleman, 2010; Hulleman & Harackiewicz, 2009; Sheldrake et al., 2017; Swarat et al., 2012). Die gewählten Kontexte sollten zudem authentisch sein (Hong & Lin-Siegler, 2011; Loukomies et al., 2013; Wyss et al., 2012).

Teilweise wurden die bisher genannten Trigger auch in größere Unterrichtskonzeptionen implementiert, welche dann ebenfalls eine interessensfördernde Wirkung haben können. Beispielhaft sind hier kontextorientierter Unterricht („*Chemie im Kontext*“; (Parchmann et al., 2006) oder Ansätze zum „*forschend-entdeckendem Lernen*“ (Schiepe-Tiska, Schmidtner et al., 2016) zu nennen.

Auf Ebene der Lehrkraft und der Lernenden gilt eine entspannte und konzentrierte Lernatmosphäre als Trigger für situationales Interesse, genauso wie ein erfolgreiches Lernerlebnis (Ainley & Ainley, 2011; Harackiewicz & Hulleman, 2010; Logan & Skamp, 2013). Deswegen sollte auch die Beziehung zwischen Lehrkraft und Lernenden vertrauensvoll und positiv sein (Hong & Lin-Siegler, 2011; Jack & Lin, 2017). Dabei spielt auch der Charakter der Lehrkraft eine Rolle: Persönliche Anekdoten, die die Lehrkraft in den Unterricht einbaut und auch das Zeigen von Humor kann positive Auswirkungen auf das Triggern von Interesse haben (Jack & Lin, 2017; Logan & Skamp, 2013; Shirazi, 2017). Die Lehrkraft kann die entspannte Lernatmosphäre auch durch unterstützende Maßnahmen und regelmäßiges Feedback begünstigen (Logan & Skamp, 2013; Matthews, 2004).

Übergreifend unterstützen viele der genannten Interessenstrigger indirekt oder direkt das Erfüllen der drei psychologischen Grundbedürfnisse Autonomie, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit gemäß der SDT. Der angenommenen Wirkmechanismus wurde bereits in Kap. 2.3 dargelegt. Neben der theoretischen Herleitung wurde das Zusammenspiel zwischen situationalem Interesse und den drei Grundbedürfnissen aber auch empirisch untersucht: So konnten Swarat et al. (2012) zeigen, dass Aktivitäten im Unterricht vor allem dann als interessant wahrgenommen werden, wenn sich die Lernenden innerhalb dieser Aktivitäten als sozial eingebunden, autonom und kompetent erleben können. Auch Loukomies et al. (2013) unterstützen diesen Befund. Bergin (2015) führt ausführlich aus, dass die soziale Eingebundenheit und Interaktion einen hohen Stellenwert bei der Förderung von situationalem Interesse haben.

Einschränkend zu dieser breiten Aufstellung an möglichen Interessenstriggern gibt es auch widersprechende oder limitierende Ergebnisse von Studien, die ebenfalls diese Trigger untersucht haben: Holstermann et al. (2010) untersuchten beispielsweise die differenzierte Wirkung von unterschiedlichen Hands-on Aktivitäten aus den Bereichen Experimentieren, Sezieren, Mikroskopieren und Klassifizieren im Biologieunterricht auf das Interesse der Lernenden. Dabei zeigten sie, dass nur einige Aktivitäten als interessant wahrgenommen wurden, während andere keinen oder einen negativen Effekt auf das Interesse hatten. Ein ähnliches Bild zeichnet sich für die Integration von Technologie und Computern ab: Renninger & Bachrach (2015) bestätigten diesen von Mitchell (1993) ebenfalls identifizierten Trigger „*technology/computers*“, aber Logan & Skamp (2013) und auch Bryan et al. (2011) stellten gleichzeitig fest, dass ein übermäßiger Gebrauch von Präsentationen durch die Lehrkraft eher eine interessenshemmende Wirkung auf die Lernenden hat. Bei dem Einsatz von Computern und anderen Technologien muss daher eher auf einen aktivierenden und sinnstiftenden Einsatz geachtet werden. Habig et al. (2018) genauso wie Sjøberg und Schreiner (2010) unterstreichen die differenzielle Wirksamkeit von Triggern im Bereich des kontextualisierten Unterrichts: Während das ROSE-Projekt feststellte, dass

Lernende eher außergewöhnliche, phänomenbasierte Kontexte interessant finden (Sjøberg & Schreiner, 2010), zeigten Habig et al. (2018), dass diese Kontexte sehr schnell ihren Reiz verlieren, wenn sie in eine konkrete Lernaufgabe überführt werden sollen. Das trifft nicht so stark auf Alltagskontexte zu.

Eine Begründung für die eingeschränkte Wirksamkeit der Interessenstrigger ist, dass viele der Trigger in Interventionsstudien und damit einhergehend nicht im Zusammenspiel mit weiteren Triggern erforscht worden sind: „Studies of triggers for interest have tended to be experimental and focused on one or another feature of an activity or text as a trigger for interest (e.g., autonomy, character identification).“ (Renninger et al., 2019, S. 5). Daher ist bei vielen potenziellen Triggern nicht bekannt, wie sie in einem anderen, nicht-experimentellen Unterrichtsetting auf eine andere Lerngruppe wirken. Die komplexe Gesamtheit von Unterricht bleibt bisher häufig unberücksichtigt. Renninger und Bachrach (2015) führen darüber hinaus noch aus, dass bei den meisten Studien situationales Interesse mittels eines Selbstberichts erhoben wird. Selbstberichte können aber insbesondere unbewusstes situationales Interesse per se nicht erfassen (für eine detailliertere Diskussion, s. Kap 2.4).

2.6.2 Feedback als Beispiel für einen Interessenstrigger

Aus den vorherigen Ausführungen ergibt sich, dass es nicht ausreicht, einen Trigger (z.B. Alltagskontextualisierung) in den eigenen Unterricht zu implementieren, um den Unterricht für alle Lernende interessant zu gestalten. Das liegt auch daran, dass die Triggerkategorien sehr breit formuliert sind: Ein Beispiel hierfür ist unter anderem das Feedback. Darüber hinaus ist dieser Trigger auch wichtig für die vorliegende Arbeit und wird insbesondere in der zweiten Studie (s. Kap. 5 und 6) eine große Rolle spielen. Insbesondere eine Art des Feedbacks (formatives Assessment) hat sich in der ersten Studie als besonders interessensfördernd für alle Lernenden erwiesen. Daher wird im Folgenden expliziert, inwiefern Feedback bzw. welche Teile von Feedback relevante Interessenstrigger sind.

Generell soll Feedback sowohl lern- als auch interessensfördernd sein (Harks et al., 2013; Hattie & Timperley, 2007; Matthews, 2004). Feedback ist aber nicht gleich Feedback: Zunächst muss, um Feedback zu geben, der Lernstand erfasst werden. Hierbei wird zwischen einer summativen und einer formativen Lernstandserhebung oder auch Assessment unterschieden. Summatives Assessment meint z.B. die klassische Klausur am Ende einer Unterrichtseinheit oder auch die PISA-Testungen: Dabei wird eine Momentaufnahme des Leistungsstandes gemacht (Bernholt et al., 2013). Das Feedback an die Lernenden ist dann z.B. die Benotung der Klausur. Formatives Assessment hingegen ist

als Prozess zu verstehen, der in den Lernprozess implementiert wird. Währenddessen wird (wiederholt) der Lernstand erhoben, an die Lernenden zurückgemeldet und der Unterricht von der Lehrkraft entsprechend adaptiert (Popham, 2008). Dadurch werden die Lernziele für die Lernenden transparent dargestellt und auch die mögliche Lücke zwischen dem Soll-Stand und dem Ist-Stand aufgezeigt. Diese Lücke kann dann durch eine Adaption des Unterrichts, aber auch durch eigenständige Maßnahmen der Lernenden geschlossen werden. Summatives Assessment wird daher auch als „*assessment of learning*“ bezeichnet, während formatives Assessment „*assessment for learning*“ genannt wird (Black & Wiliam, 1998). Innerhalb des formativen Assessments wird weiter differenziert, da die Rolle des Feedback-Gebenden variieren kann. Traditionell ist vor allem die Lehrkraft für diese Rolle vorgesehen (Black & Wiliam, 2009). Aber auch andere Lernende („*peer-assessment*“) oder der/die Lernende selbst („*self-assessment*“) können das Feedback formulieren (Wiliam & Thompson, 2008). Besonders Self-Assessment bietet die Möglichkeit (und Herausforderung), dass Lernende selber antizipieren müssen, wo sie gerade stehen und was sie unternehmen müssen, um die Lernziele zu erreichen. Dieser Form wird ein besonderes Potenzial zur Interessensförderung zugeschrieben (Andrade, 2010). Auch wenn die beiden Faktoren (summatives/formatives Assessment und Bestimmung der feedbackgebenden Person) feststehen, bleibt immer noch der Aspekt der Methode offen. Hier sind verschiedenste Formate denkbar, von Quizzen (z.B. Wang & Tahir, 2020) über klassisches papierbasiertes Feedback (z.B. Pinger et al., 2016) oder sogenannten „*rubrics*“ (z.B. Panadero & Romero, 2013) bis zur Einführung von „*reflective lessons*“, in denen die gesamte Unterrichtsstunde z.B. durch „*predict-observe-explain*“-Aufgaben zu einer formativen Assessment-Einheit wird (z.B. Ayala et al., 2008). Die Implementation von Feedback zur gezielten Förderung von (situationalem) Interesse in den Unterricht zu empfehlen, ist also insgesamt eine sehr vage Formulierung.

2.6.3 Interindividuelle Unterschiede in der Wirksamkeit von Interessenstriggern

Ein weiterer Erklärungsansatz für die variierende Wirksamkeit von Interessenstriggern sind Unterschiede zwischen den Lernenden. Bezogen auf die in 2.6.1 eingeführte Taxonomie zur Einordnung verschiedener Interessenstrigger adressiert diese Betrachtung die Ebenen Schüler:innenmerkmale. Zur effektiven Förderung von Interesse im Unterricht gehört nicht nur die Ausgestaltung und Implementation von Interessenstriggern durch die Lehrkraft, sondern auch die Berücksichtigung individueller Unterschiede zwischen den Lernenden (Durik, Hulleman et al., 2015). Auch wenn die geschlechterspezifische Generierung von Interessen schon lange eine hohe Aufmerksamkeit erfährt (s. Kap. 2.2.4), wird

die Perzeption von Triggern durch Lernende in Abhängigkeit weiterer Lernercharakteristika insbesondere in aktuellen Studien adressiert: Sansone et al. (2015) unterstreichen, dass die Selbstregulation von Lernenden eine wichtige Rolle einnimmt, um das Entstehen von unterschiedlich starkem situationalem Interesse bei verschiedenen Personen in der gleichen Situation zu erklären. Durik und Harackiewicz (2007) sowie Durik, Hulleman et al. (2015) zeigten mit Studien im Bereich des Mathematikunterrichts darüber hinaus, dass das bereits bestehende individuelle Interesse der Lernenden mitentscheidet, ob bestimmte Trigger situationales Interesse fördern oder es sogar unterminieren. So wird das situationale Interesse von Lernenden mit einem geringen individuellen Interesse von oberflächlichen Aufgabenmerkmalen wie Bilder und Farben, aber auch lustigen Anmerkungen getriggert. Das situationale Interesse der individuell hoch interessierten Lernenden war im Vergleich zur Kontrollgruppe, die die gleichen Materialien ohne besondere Gestaltungsmerkmale bearbeiteten, weniger stark ausgeprägt. Die Autor:innen führen diese Beobachtung darauf zurück, dass individuell interessierte Lernende mehr über das Fach oder die Domäne lernen wollen, aber von der Gestaltung der Lernmaterialien davon abgelenkt werden. Sie können den Lerngegenstand dann nicht auf den direktesten Weg erarbeiten. Neben der Materialgestaltung wurde in einer zweiten Teilstudie untersucht, inwiefern eine Betonung der Nützlichkeit des Lerngegenstandes für den persönlichen Alltag der Lernenden eine Auswirkung auf das situationale Interesse hat. Auch hier konnte eine differenzierte Wirksamkeit des Triggers mit Bezug zum individuellen Interesse festgestellt werden: Dieser Trigger scheint für individuell hoch Interessierte stärker zu wirken als für individuell weniger stark Interessierte (Durik & Harackiewicz, 2007).

Weitere Studien bezüglich des Triggers Nützlichkeit („*utility value*“) ergaben, dass er bei Lernenden mit einem hohen Selbstkonzept, also einem stark ausgeprägten Glauben an die eigenen Fähigkeiten, wirksam situationales Interesse fördern kann. Gleiches führt bei Lernenden mit einem weniger stark ausgeprägten Selbstkonzept mehrheitlich zu einem geringeren situationalem Interesse als in einer Kontrollgruppe, die die gleichen Lerninhalte ohne diesen Trigger bearbeiteten (Durik, Hulleman et al., 2015; Durik, Shechter et al., 2015). Wenn diese Nützlichkeit jedoch selbstständig herausgearbeitet wird, dann wurde auch bei den Lernenden mit einem weniger stark ausgeprägten Selbstkonzept ein höheres situationales Interesse festgestellt (Durik, Hulleman et al., 2015).

Renninger et al. (2019) untersuchten die Frage nach einer Generalisierbarkeit von Interessenstriggern in einer qualitativen Studie: Dabei analysierten sie im Rahmen eines extracurricularen Biologieworkshops die Wirksamkeit verschiedener, bereits bekannter Interessenstrigger wie Autonomie, fordernde Aufgaben, Einsatz computerbasierter Technologien, praktische Aufgaben und persönliche Relevanz in Abhängigkeit verschiedener

Lernercharakteristika wie Aktivitätslevel, Emotionalität, Offenheit oder auch Unabhängigkeit. Demnach erhöht ein grundsätzlich hohes Aktivitätslevel von Lernenden die Wahrscheinlichkeit, dass praktische Tätigkeiten situationales Interesse begünstigen. Unabhängigkeit begünstigte in dieser Studie die Trigger Autonomie und herausfordernde Aufgaben. Die Ergebnisse dieser Studien geben einen Überblick über die Komplexität des Triggerprozesses. Auch wenn insgesamt für den Bereich der Naturwissenschaften viele Studien bekannt sind, die das Triggern von Interesse untersuchen, ist insbesondere die Relation zwischen Lernenden und der Perzeption von Interessenstriggern bisher nur oberflächlich untersucht worden. So schließen auch Renninger und Hidi (2019) in ihren Beitrag, dass eine der aktuellen Fragen im Bereich der Interessensförderung weiterhin bleibt: „Does self-specificity provide an explanation of why some triggers for interest work and others do not?“ (Renninger & Hidi, 2019, S. 283).

2.7 Zusammenfassung und Herleitung des Forschungsdesiderats

Aus der dargestellten Theorie lassen sich folgende Kernbefunde ableiten: Interesse beschreibt eine Beziehung zwischen Person und Gegenstand. Es lässt sich in einen instabilen Zustand (situationales Interesse) und eine stabile Disposition (individuelles Interesse) differenzieren. Diese Phasen bauen konsekutiv aufeinander auf (s. Vier-Phasen Modell der Interessensentwicklung) und müssen entsprechend unterschiedlich gemessen werden (Kap. 2.1 bzw. Kap. 2.4). Neben einer hohen Relevanz per se (Kap. 2.2), sind weitere Zusammenhänge zu wichtigen ergebnisorientierten Variablen wie der Schulleistung empirisch bestätigt worden (Kap. 2.3). Das individuelle Interesse von Lernenden am Chemieunterricht sinkt jedoch im Verlauf der Sekundarstufe ab. Dennoch ist es möglich, das Interesse der Lernenden im Chemieunterricht zu triggern, indem das situationale Interesse adressiert wird (Kap. 2.5). Dieses kann im Bildungskontext durch die Unterrichtsgestaltung, aber auch durch Merkmale der Lehrkraft getriggert werden. Da die Kategorien, in denen Trigger eingeordnet werden, sehr allgemein sind, gibt es teilweise widersprüchliche Forschungsergebnisse bezüglich deren Effektivität (Kap. 2.6.1 und 2.6.2). Ein Grund dafür sind die verschiedenen Settings, in denen die Studien durchgeführt wurden. Neben einer anderen Stichprobe weichen auch die konkreten Ausgestaltungen der Trigger je nach Studie voneinander ab. Die methodische Umsetzung bezüglich der Wahl des Studiendesigns und der eingesetzten Instrumente zur Messung von (situationalem) Interesse variiert (Kap. 2.4). Die Wahrnehmung der Trigger durch die Lernenden wird in vielen Studien ausschließlich anhand der Messung des Interesses festgestellt und über alle Lernende gemittelt. Eine differenzierte Analyse in Abhängigkeit weiterer Schüler:innenmerkmale erfolgt nur selten und auch dann nur in Abhängigkeit einzelner Merkmale (Kap.

2.6.3). Auch wenn bisherige Studien Hinweise auf wichtige Faktoren liefern, sind die entscheidenden Facetten bei der Implementierung von Interessenstriggern noch nicht bekannt. Obwohl es also eine Vielzahl an Studien zu Einzeltriggern in verschiedenen Kontexten naturwissenschaftlichen Unterrichts gibt, sind die Untersuchungen bisher wenig systematisch erfolgt.

Aus diesen Kernaussagen entstand das übergeordnete Forschungsdesiderat für diese Arbeit: Es sollen Möglichkeiten gefunden werden, das Interesse von Lernenden am Chemieunterricht zu fördern. Um dieses Desiderat zu erreichen, muss zunächst ein tiefergehendes Verständnis zum Prozess des Triggerns von Interesse erreicht werden. Dafür wurde in einer ersten Beobachtungsstudie analysiert, welche Interessenstrigger bereits in den Chemieunterricht integriert werden. Es wurde erwartet, dass viele Trigger wie die Durchführung von Experimenten und Gruppenarbeiten bereits implementiert werden. Basierend auf den identifizierten Triggern wurde analysiert, wie sich diese auf das situationale Interesse der Lernenden auswirken. Hier wurde insbesondere darauf geachtet, ob der gleiche Trigger (wie z.B. Experimente) in der Wirksamkeit variiert. Mithilfe dieser Ergebnisse war ein erklärtes Ziel, Trigger zu finden, die für einen überwiegenden Teil der Lernenden das situationale Interesse fördern können.

In einer zweiten Interventionsstudie sollten diese Ergebnisse bestätigt und differenziert werden, indem die Wirkung verschiedener Versionen eines zentralen Triggers, der in der ersten Studie identifiziert wurde, in Abhängigkeit von verschiedenen Lernercharakteristika untersucht wurden. Hier wurde im Bereich der Lernercharakteristika auf Merkmale zurückgegriffen, von denen bereits bekannt ist, dass sie einen Einfluss auf das Interesse haben wie das Geschlecht oder das bereits bestehende individuelle Interesse. Ein besonderes Augenmerk lag bei dieser Studie darauf, inwiefern die Zusammenhänge zwischen Lernercharakteristika und situationalem Interesse an den verschiedenen Versionen des gleichen Triggers variieren. Übergreifend soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag dazu leisten, die Erkenntnisse zur Interessensförderung im Chemieunterricht zu erweitern und zu vertiefen.

3 Design der Beobachtungsstudie

Die Ausgangsintention dieser Arbeit war es, gezielt Materialien oder Methoden für den Chemieunterricht zu entwickeln, die das Interesse der Lernenden in der Sekundarstufe fördern können. Bei Einbeziehung der aktuellen Forschungslage erschien es aber zunächst sinnvoll, einen Schritt zurückzugehen und eine aktuelle Bestandsaufnahme von bereits vorhandenen Interessenstriggern durchzuführen. Dafür wurde eine explorative Beobachtungsstudie entwickelt, welche von April bis August 2018 in neun Klassen der achten Jahrgangsstufe durchgeführt wurde, die über fünf Gymnasien in und um Kiel verteilt waren. Insgesamt nahmen 240 Lernende an dieser Studie teil. Die vorliegende Studie basiert auf einer Beobachtung des Unterrichtsgeschehens mit einer kombinierten Erhebung des situationalen Interesses der Lernenden.

Das Unterrichtsgeschehen wurde mithilfe von zwei Instrumenten erhoben, welche sich gegenseitig ergänzen: Zum einen wurde anhand eines Beobachtungsbogen, welcher aus dem „EMU“-Projekt (*Evidenzbasierte Methoden der Unterrichtsdiagnostik*) adaptiert wurde (Helmke et al., 2010), die Ausprägung verschiedener Unterrichtsmerkmale geratet. Dieser Beobachtungsbogen basiert auf den Ergebnissen der Meta-Analyse von Hattie (2009), welche die Auswirkungen von bestimmten Merkmale (z.B. Lernzielklarheit) auf die Leistung von Lernenden untersucht. Die Merkmale beschreiben insgesamt die Unterrichtsqualität. Aufgrund des bereits dargestellten Wirkzusammenhangs zwischen Leistung und Interesse (vgl. Kap. 2.2.1) wurde angenommen, dass auch ein positiver Zusammenhang zwischen den Merkmalen der Unterrichtsqualität und dem situationalen Interesse der Lernenden besteht. Zum anderen wurde der Unterricht mittels eines Verlaufsplans protokolliert, indem u.a. die Aktivitäten der Lehrkraft sowie der Lernenden, die Sozialform und die verwendeten Arbeitsmaterialien protokolliert wurden.

Darüber hinaus wurde das situationale Interesse der Lernenden anhand eines Items erhoben. Diese Item wurde bereits von Palmer (2009) verwendet und für die vorliegende Studie adaptiert. Es lautet: „„Wie interessant fandest du den vorangegangenen Unterrichtsabschnitt?““ und wurde auf einer vierstufigen Likert-Skala von 1 = uninteressant bis 4 = sehr interessant geratet. Um den Unterricht möglichst wenig zu stören, wurden Tablets verwendet, die die Lernenden zu Beginn des Unterrichts ausgeteilt bekommen haben und auf denen sie sich mithilfe ihres individuellen Codes einloggen konnten. Die Erhebung erfolgte mehrmals pro Unterrichtsstunde. Dafür wurde die geplante Unterrichtsstunde nach Absprache zwischen Lehrkraft und hospitierender Person in Phasen eingeteilt, welche dem klassischen Phasierungsschema nach Petersen et al. (2011) folgt. Demnach sind folgende Unterrichtsphasen möglich: Einstieg/Motivation, Problematisierung, Erarbeitung, Sicherung und Auswertung sowie Transfer. Um dieses generische Phasierungsschema

für den Chemieunterricht zu adaptieren, wurde die Erarbeitungsphase in eine theoretische und eine praktische Erarbeitung separiert. Da auch der Beobachtungsbogen je Phase geratet wurde, liegen also je Phase ein Beobachtungsbogen und Interessensratings für jede:n Lernende:n vor. Die gesamte Unterrichtsstunde sowie alle verwendeten Arbeitsmaterialien werden in dem Verlaufsplan erfasst.

Das Zusammenspiel zwischen Unterrichtsgestaltung und situationalem Interesse der Lernenden wurde in verschiedenen quantitativen und qualitativen Auswertungsschritten analysiert. Die Ergebnisse wurden in zwei Publikationen zusammengefasst, in welchen sich außerdem nähere Informationen zur Gestaltung der Studie und den verwendeten Instrumenten finden. Im Folgenden werden beide Publikationen kurz zusammengefasst, um einen Überblick über die vorgenommenen Auswertungsschritte zu geben. Aufbauend auf die Ergebnisse der Beobachtungsstudie wurde eine weitere Studie entwickelt und durchgeführt, welche in Kap. 6, 7 und 8 detailliert beschrieben wird.

Publikation 1: *„Chemie finde ich eigentlich interessant, aber manchmal auch nicht – Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Chemieunterrichts und dem situationalen Interesse von Lernenden“*

Dieser Auswertungsschritt untersucht systematisch den Zusammenhang zwischen den Merkmalen der Unterrichtsqualität bzw. den Unterrichtsphasen und dem situationalen Interesse der Lernenden mittels einer Mehrebenenanalyse. Dabei wurden die im Beobachtungsbogen erhobenen Merkmale in vier verschiedene Skalen eingeteilt: Klassenmanagement, Verständnisorientierung, Strukturierung und Förderung. Diese Skalen basieren auf einer empirischen Auswertung (explorative Faktorenanalyse) und den bisherigen Erkenntnissen zur Unterrichtsqualität. Die Unterrichtsqualitätsmerkmale Klassenmanagement und Verständnisorientierung hatten einen negativen Effekt auf das situationale Interesse der Lernenden, während die Merkmale Strukturierung und Förderung einen positiven Effekt hatten. Im Bereich der Unterrichtsphasen zeigten sich ein negativer Effekt der theoretischen Erarbeitungsphasen und ein positiver Effekt für die praktischen Erarbeitungsphasen. Die Einstiegs- und Sicherungsphasen wiesen keine Effekte auf das situationale Interesse auf. Im nächsten Schritt wurde das individuelle Interesse am Chemieunterricht, welches im Rahmen einer Vorgängerstudie bei einer Teilstichprobe der Lernenden erhoben wurde, additiv einbezogen. Hier zeigte sich, dass individuell interessierte Lernende durchschnittlich ein höheres situationales Interesse im Chemieunterricht aufweisen. Die Ergebnisse, welche teilweise entgegen der eingangs formulierten Forschungshypothesen gefunden wurden, werden in dieser Publikation diskutiert. Eine Schlussfolgerung

ist, dass ein differenzierter Blick in die konkrete Ausgestaltung der Unterrichtsphasen geworfen werden muss, um nicht nur die Quantität von Triggern, sondern auch die Qualität der Umsetzung zu erfassen.

Publikation 2: *„Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht – Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse“*

Anschließend an die quantitative Auswertung in der vorangegangenen Publikation sollte in dieser Publikation der Zusammenhang zwischen Unterrichtsgestaltung und situationalem Interesse der Lernenden detaillierter analysiert werden. Dafür wurden die Phasen, in denen das situationale Interesse der Lernenden im Durchschnitt besonders hoch oder niedrig war, näher untersucht. Hier konnte festgestellt werden, dass die Interessensmaxima insbesondere in den praktischen Erarbeitungsphasen gefunden wurden. Nur wenige andere Phasen wiesen auch ein Interessensmaximum auf. Einstiegsphasen hingegen wurden eher dann als interessant wahrgenommen, wenn in diesen Phasen Wiederholungen der Unterrichtseinheit oder bestimmter relevanter Fachinhalte stattfand. Eine kurze Zusammenfassung der letzten Unterrichtsstunden führte aber eher zu einem Interessensminimum. Im zweiten Schritt wurden die Lernenden anhand ihres mittleren situationalen Interesses in drei Gruppen geteilt: Hoch-, mittel- und niedriginteressierte Lernende. Hier wurden die Phasen näher analysiert, in denen das mittlere situationale Interesse der drei Gruppen besonders nahe beieinander lag (konvergierende Interessensentwicklung) und bei denen das mittlere situationale Interesse besonders weit auseinander lag (divergierende Interessensentwicklung). Dabei zeigten sich für die praktischen Erarbeitungsphasen differenziertere Ergebnisse: Hochinteressierte Lernenden wiesen in diesen Phasen vor allem dann ein hohes situationales Interesse auf, wenn die Experimente einen Bezug zum Alltag hatten. Sie zeigten hingegen ein niedriges situationales Interesse, wenn die Einordnung des Experimentes in die Unterrichtseinheit nicht deutlich war. Niedrig- und mittelinteressierte Lernende waren an jedem Experiment situational stark interessiert. Diese und weitere Ergebnisse werden in der Mikroanalyse von Unterricht dargestellt. *Ochsen, S., Bernholt, S., Bernholt, A., & Parchmann, I. (2020). Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht - Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 36(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00122-x>*

4 Publikation 1 zur Beobachtungsstudie

Chemie finde ich eigentlich interessant, aber manchmal auch nicht – Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Chemieunterrichts und dem situationa- len Interesse von Lernenden

Zusammenfassung

Interesse ist ein wichtiges unterrichtliches Ziel und positiv mit weiteren Konstrukten wie Leistung und Selbstkonzept assoziiert. Eine Abnahme des Interesses von Lernenden in den Naturwissenschaften allgemein und insbesondere im Chemieunterricht über den Verlauf der Sekundarstufe wurde wiederholt festgestellt. Um Interesse im Schulkontext zu fördern, bietet sich gemäß des Vier-Phasen Modells der Interessenentwicklung nach Hidi und Renninger (2006) insbesondere das zeitlich instabile situationale Interesse an. Die Befundlage zu möglichen Triggern für situationales Interesse ist sehr vielfältig, jedoch teilweise uneindeutig. Zudem werden bislang in den Untersuchungen zum situationalen Interesse zentrale Qualitäts- und Gestaltungsmerkmale von Unterricht wie die Klassenführung oder Unterrichtsphasierung nicht systematisch berücksichtigt. Dieses Desiderat adressiert die vorliegende Beobachtungsstudie im Fach Chemie, indem sie den Zusammenhang zwischen Unterrichtsqualität sowie -gestaltung mit dem situationalen Interesse von Lernenden der Sekundarstufe I mittels einer Mehrebenenanalyse untersucht. Die Ergebnisse bestätigen empirisch, dass in der vorliegenden Studie praktische Erarbeitungsphasen in positiver Relation zum situationalen Interesse der Lernenden stehen, während theoretische Erarbeitungsphasen negativ verknüpft sind. Einstiegs- und Sicherungsphasen weisen keinen systematischen Zusammenhang auf. Im Bereich der Unterrichtsqualität zeigen sich negative Zusammenhänge für Klassenmanagement und Verständnisorientierung, für Strukturierung und Förderung hingegen positive Zusammenhänge. Mögliche Ursachen sowie Implikationen für Forschung und Praxis werden diskutiert.

Schlüsselwörter Situationales Interesse · Beobachtungsstudie · Unterrichtsqualität · Mehrebenenanalyse · Unterrichtsphasen

Abstract

Interest is an important learning goal and positively related to other variables like achievement and future vocational choices. However, a decrease of students' interest over the course of secondary school in STEM-related subjects is reported repeatedly. According to the Four-Phase Model of Interest Development (Hidi & Renninger, 2006), situational interest, which is a psychological state of attention,

is an adequate focus to promote student interest. Research in the field of possible triggers is extensive and various. In this context, little is known about relations between instructional quality and specific sequences of lessons like practical explore-phases, respectively, and students' situational interest. In order to gain knowledge about these interrelations, an observational study in chemistry lessons was conducted. Based on classroom observations, a multilevel analysis was used to examine potential couplings. Regarding instructional quality, negative relations were detected for classroom management and understanding orientation, while positive relations were found for structuring and fostering. Moreover, experimental phases were shown to have a positive coupling to students' situational interest, while theoretical phases seem to have a negative one. No systematic relations were noted for engage and explain phases. Possible implications for research and teaching in schools are discussed.

Keywords Situational interest · observational study · instructional quality · multilevel analysis · instructional phases

Ochsen, S.; Bernholt, S.; Bernholt, A. & Parchmann, I. (in Rev.). Chemie finde ich eigentlich interessant, aber manchmal auch nicht – Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Chemieunterrichts und dem situationalen Interesse von Lernenden.

4.1 Einleitung

Die zentrale Bedeutung von Interesse im (naturwissenschaftlichen) Unterricht ist in der Bildungsforschung allgemein bekannt und akzeptiert. Interesse wird positiv mit Leistung, Selbstkonzept, Motivation und Selbstwirksamkeitserwartungen assoziiert (Potvin & Hasni, 2014b). Neben Faktoren wie der Leistung und dem Selbstkonzept der Lernenden wird auch das Interesse positiv mit den Berufs- und Kurswahlentscheidungen assoziiert (Eitemüller & Walpuski, 2018; Maltese & Tai, 2011). So fasste Su (2018) in ihrem Review zusammen, dass das Interesse prädiktiv für die Berufswahl ist und positiv mit den aufgetragenen Anstrengungen im Beruf korreliert.

Obwohl Lernende häufig mit einem hohen Interesse an Naturwissenschaften in die Sekundarstufe kommen, hält dieses Interesse nicht an (Potvin & Hasni, 2014a). Eine differenzierte Betrachtung von Interesse bestärkt diesen Befund: So lässt sich auch beim Interesse der Lernenden an verschiedenen naturwissenschaftsspezifischen Aktivitäten im Chemieunterricht in allen Dimensionen eine Abnahme des Interesses beobachten (Höft et al., 2019). Ein möglicher Erklärungsansatz für diesen Rückgang des Interesses an den

Naturwissenschaften ist die Interessendifferenzierung, welche im Zuge der Pubertät stattfindet. Allerdings sinkt das Interesse in den Naturwissenschaften Chemie und Physik im Vergleich mit anderen Unterrichtsfächern überdurchschnittlich stark (Krapp & Prenzel, 2011). Schülerinnen sind von diesem Abfall stärker betroffen als Schüler. Diese Befunde bieten einen Erklärungsansatz für die verhältnismäßig geringe Zahl an Lernenden, die sich nach ihrem Schulabschluss für einen naturwissenschaftlichen Beruf entscheiden (Lyons & Quinn, 2010). Gerade unter Einbezug der steigenden Berufsmöglichkeiten im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) gewinnt dieser Aspekt an Bedeutung. Hieraus ergibt sich eine Herausforderung für die Bildungsforschung: Es muss nach Ansätzen und Möglichkeiten gesucht werden, das Interesse von Lernenden explizit zu fördern bzw. bei bereits naturwissenschaftlich interessierten Lernenden aufrecht zu halten. Für eine effiziente Weiterentwicklung von Chemieunterricht wird in dieser Studie zunächst explorativ untersucht, welche Ansätze zur Interessenförderung bereits realisiert worden sind und wie sie auf das Interesse der Lernenden wirken.

4.2 Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

Interesse lässt sich mittels unterschiedlicher theoretischer Ansätze definieren. Gemeinsam haben die meisten Definitionen, dass es sich bei Interesse um ein multidimensionales Konstrukt handelt, welches sowohl affektive als auch kognitive Bestandteile beinhaltet (Krapp, 2005; Renninger & Hidi, 2016; Schiefele, 1999). Krapp (2002) definiert Interesse in der sogenannten *person-object theory of interest* (POI) als eine „Person-Gegenstands-Beziehung“. Interesse resultiert folglich aus der Auseinandersetzung eines Individuums mit einem Gegenstand in seiner Umwelt. Dieser Gegenstand kann einem tatsächlichen Gegenstand entsprechen, aber auch einem Thema oder einer abstrakten Idee (Krapp & Prenzel, 2011). Die POI ist in erster Linie geeignet, eine ontogenetische Entwicklung von Interesse zu erklären, welche per se relativ stabil ist. Weniger adäquat ist sie jedoch, um spontan auftretendes Interesse in einer Situation, bspw. während einer Lerngelegenheit im Schulkontext, zu erklären (Krapp, 2002). Hierfür ist eine Betrachtung von Interesse notwendig, die genauso wie die POI zwischen einem stabilen (individuelles Interesse) und einem situationsabhängigen Anteil (situationales Interesse) differenziert (Krapp, 2002), aber einen stärkeren Fokus auf das situationale Interesse und assoziierte Prozesse legt (z.B. Hidi, 2001).

Individuelles Interesse entspricht prinzipiell dem Interesse, wie es in der POI formuliert wurde: Es umfasst die Prädisposition eines Individuums, sich wiederholt mit einem bestimmten Gegenstand auseinanderzusetzen, und ist damit zeitlich sehr stabil (Schiefele, 1999). Bezogen auf die Naturwissenschaften wurde z.B. das Interesse der Lernenden

an der Domäne Chemie bzw. am Chemieunterricht untersucht (Daniels, 2008), aber auch an spezifischen Fachthemen (Hoffmann et al., 1980; Elster, 2007). Weiterhin haben Dierks et al. (2014) mit dem RIASEC+N-Modell (in Anlehnung an das RIASEC-Modell zur Erfassung von Berufsinteressen nach Holland (1997)) eine Möglichkeit zur Ausdifferenzierung individueller Interessen vorgeschlagen und empirisch untersucht (Blankenburg et al., 2016; Höft et al., 2019). Dieser Ansatz ist tätigkeitsbezogen, d.h. es wird das individuelle Interesse von Lernenden an typischen naturwissenschaftlichen Tätigkeiten und Arbeitsweisen untersucht. Der Name des Modells bildet ein Akronym für die verschiedenen Dimensionen, z.B. Realistic (bspw. Experimente nach einer vorgegebenen Anleitung durchführen) oder Investigative (bspw. Experimente planen, um etwas genauer zu untersuchen).

In Abgrenzung zum individuellen Interesse beschreibt das situationale Interesse einen kurzweiligen psychologischen Zustand, welcher von erhöhter Aufmerksamkeit geprägt ist (Harackiewicz et al., 2016). Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Arten des Interesses wurde über das *Four-Phase Model of Interest Development* modelliert (Hidi & Renninger, 2006), das eine Entwicklung des Interesses über vier konsekutive Entwicklungsstufen beschreibt: Beginnend mit der Entstehung von situationalem Interesse (*triggered situational interest*) über ein andauerndes situationales Interesse (*maintained situational interest*) entwickelt sich aus diesem schließlich ein individuelles Interesse (*emerging individual interest*), welches im Verlauf der Zeit stabiler wird (*well-developed individual interest*). Diese verschiedenen Entwicklungsstufen des Interesses gehen mit wachsendem Wissen und einer gesteigerten Wertschätzung bezüglich des Gegenstands einher (Hidi & Renninger, 2006). Während der Interessensentwicklung kann zu jedem Zeitpunkt das Interesse zurückgehen oder auf der jeweiligen Stufe stagnieren (Renninger & Hidi, 2011). Beides kann durch entsprechende externale Unterstützung verhindert oder gemindert werden (Azevedo, 2015). Ist bereits ein individuelles Interesse ausgeprägt, so wirkt sich dieses auch positiv auf die Entwicklung eines situationalen Interesses aus, wie generell von Tsai et al. (2008) und domänenspezifisch für die Naturwissenschaften von Ainley et al. (2002) gezeigt wurde.

Empirische Evidenz für dieses Modell liefern verschiedene Studien. Cheung (2017) untersuchte in einer qualitativen Studie Faktoren, die individuelles Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht fördern, und konnte u.a. das individuelle Interesse an den Naturwissenschaften generell sowie situative Einflüsse wie die konkrete Unterrichtsgestaltung als Einflussfaktoren identifizieren. Letztere fördern dabei zunächst situationales Interesse und dadurch indirekt auch die Entwicklung von individuellem Interesse. Palmer et al. (2017) untersuchten die Entwicklung des situationalen und individuellen Interesses von Grundschullehramtsstudierenden an Naturwissenschaften während eines zehnwöchigen

Studienmoduls. Sie konnten zeigen, dass wiederholtes Erleben von situationalem Interesse während des Moduls mit einem relativ stabilen, höheren individuellen Interesse an Naturwissenschaften am Ende des Moduls einhergeht.

Um Lernende bei der Entwicklung eines stabilen individuellen Interesses zu unterstützen, sollte daher das situationale Interesse adressiert werden. Aufgrund der eingangs dargestellten Problematik, dass das Interesse von Lernenden am Chemieunterricht – und am naturwissenschaftlichen Unterricht generell – im Verlauf der Sekundarstufe abnimmt, erscheint die Förderung von situationalem Interesse umso wichtiger.

4.2.1 Trigger von situationalem Interesse

Maßnahmen, die der Initiierung und der Förderung von Interesse dienen, werden unter dem Begriff „Trigger“ zusammengefasst: „The development of a new interest is initiated when something catches the attention of a learner, a process called triggering.“ (Renninger et al., 2019, S.2). Im Bereich der situationalen Interessenförderung lassen sich bereits einige Trigger festhalten, die sich in verschiedenen Studien mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt als empirisch wirksam erwiesen haben³. In weiteren Unterrichtsfächern sind Trigger teilweise anders gewichtig oder weichen ab: In sprachlichen Fächern haben z.B. die Gestaltung von Texten einen anderen Stellenwert (Hidi, 2001) und Hands-on Aktivitäten umfassen andere Tätigkeiten (z.B. das Erarbeiten von Standbildern im Sinne des szenischen Darstellens).

Der Forschungsstand im naturwissenschaftlichen Unterricht ist sehr divers: Es sind Trigger in verschiedenen unterrichtsrelevanten Bereichen, die in Anlehnung an Fend (1988) eingeteilt wurden, wie in der Administration, aber auch in der Unterrichtsgestaltung, der Lernmaterialgestaltung („*Collative Variables*“), in der Beziehung zwischen Lehrkraft und Lernenden, Charakteristika der Lehrkraft sowie Aspekte der Selbstbestimmungstheorie untersucht worden. Es ist nicht immer eindeutig zuzuordnen, welche Trigger sich tatsächlich auf situationales und welche auf individuelles Interesse auswirken. Auch die Befundlage bezüglich der interessefördernden Wirkung ist nicht durchweg eindeutig. So werden bspw. Hands-on Aktivitäten einerseits als interessefördernd beschrieben (Shirazi, 2017). Andererseits schränken Holstermann und Kolleg:innen (2010) diese Feststellung mit ihrer Studie im Biologieunterricht ein, in der sie Hands-on Aktivitäten in verschiedene Bereiche unterteilten und differenzierte Effekte, z.T. sogar negative Effekte, auf das Interesse feststellen konnten. Walpuski und Hauck (2017) bestätigten für den Chemieunterricht, dass nicht jedes Experiment per se für Lernende interessant ist. Sie identifizierten in ihrer Studie zunächst Verbesserungspotenzial von Experimenten im Chemieunterricht

³ S. Anhang (A1)

(bspw. eine stärkere Betonung der Fragestellung, des Planens und der Diskussion der Ergebnisse). In einem zweiten Schritt setzten sie diese in Experimentierphasen um und konnten ein größeres Interesse bei den Lernenden im Vergleich zur Kontrollgruppe feststellen.

Einschränkungen bezüglich der Wirksamkeit oder Wirkrichtung finden sich auch bei weiteren Triggern, bspw. der Gestaltung von persönlich relevanten Unterrichtsinhalten (Renninger & Bachrach, 2015). Im Zuge dieser Studie stellten Renninger und Bachrach (2015) außerdem fest, dass der Interessentrigger „Neuheit“ (*novelty*) zu stark vereinfacht wird, da sich dieser auf verschiedene Aspekte wie die Neuheit der Lernumgebung, der Methode oder auch des Lerninhalts beziehen kann. Zudem können verschiedene Trigger gleichzeitig auftreten, bspw. eine Kombination aus einer Hands-on Aktivität und Neuheit (der Aktivität und/oder des Inhalts). Demnach sollte ein deutlich detaillierterer Blick auf den Unterricht geworfen werden, um festzustellen, an welcher Stelle Potenziale zur Interessenförderung liegen. Bei fast allen Studien handelt es sich entweder um Interventionen, Reviews oder um post-hoc Untersuchungen von bereits stattgefundenem Unterricht.⁴ Erstere untersuchen per se nicht den Unterricht, der von Lehrkräften konzipiert wird, sondern analysieren die Wirksamkeit der für einen speziellen Zweck erstellten Interventionsmaterialien. Letztere hingegen können aufgrund der temporären Instabilität des situationalen Interesses nur begrenzt analysieren, wann und wodurch dieses bei den Lernenden hervorgerufen wurde. Damit ergibt sich ein Bedarf an einer zeitlich feinkörnigeren Untersuchung des Entstehens und Aufrechterhaltens des situationalen Interesses von Lernenden im naturwissenschaftlichen Unterricht. Wenige empirische Studien haben sich diesem bereits gewidmet: Patall et al. (2016) bspw. haben die Entstehung sowie die Stabilität von situationalem Interesse über den Verlauf einer Unterrichtseinheit (aber nicht innerhalb der Unterrichtsstunden) untersucht, die Unterrichtsqualität als Beschreibung der ablaufenden unterrichtlichen Prozesse wurde aber nicht berücksichtigt.

4.2.2 Unterrichtsqualität

Unterricht und seine Wirkung werden maßgeblich von der Lehrkraft beeinflusst, da sie diesen gestaltet und durchführt. Im Rahmen des Angebots-Nutzungs-Modells macht sie den Lernenden das Angebot (den Unterricht) (Helmke, 2007). Die Nutzung dieses Angebots erfolgt in Form der Lernaktivitäten der Lernenden; der Lernzuwachs wird als Wirkung oder Ertrag klassifiziert. Im Hinblick auf das Interesse der Lernenden veranschaulicht dieses Modell, dass die Unterrichtsqualität durch die Lehrkraft und deren professionelle

⁴ Eine Übersicht befindet sich im Anhang (A1).

Kompetenz beeinflusst wird. Mögliche Kriterien zur Erfassung der Unterrichtsqualität wurden in verschiedenen Katalogen dargelegt und in unterschiedlichen Studien empirisch untersucht. Hier sind u.a. die Arbeiten von Clausen et al. (2003) oder auch die Ergebnisse des COACTIV-Projekts (Kunter & Voss, 2013) zu nennen. Aktuelle Betrachtungen zeigen, dass die häufig vorgeschlagene dreidimensionale Struktur der Unterrichtsqualität (Potenzial zur kognitiven Aktivierung, Klassenführung und konstruktive Unterstützung, z. B. Kunter & Voss, 2013) die einzelnen Facetten von Unterrichtsqualität sowohl im generischen als auch im fachspezifischen Bereich nicht ausreichend abbilden kann (Praetorius & Charalambous, 2018).

Ein fächerübergreifendes Instrumentarium zur Beobachtung von Unterrichtsqualität bietet auch das Projekt EMU (*Evidenzbasierte Methoden der Unterrichtsdiagnostik*) von Helmke et al. (2010), das sich an Hatties Meta-Analyse lernförderlicher Unterrichtsmerkmale (2009) orientiert und die Bereiche Klassenführung, lernförderliches Klima und Motivierung, Klarheit und Strukturiertheit, Aktivierung und Förderung sowie eine generelle Bilanz der Unterrichtsstunde erfasst (Helmke et al., 2010; s. Tab. 1). Dieses Instrument kann im Zuge der Qualitätssicherung sowohl zur Eigen- als auch Fremdrelexion von Unterricht durch Lehrkräfte genutzt werden.

Table 1. Unterrichtsqualitätsmerkmale nach Helmke et al. (2010)

Bereich	Inhalt
Klassenführung	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitmanagement • Ungestörte Arbeitsatmosphäre • Allgegenwärtigkeit der Lehrkraft
Lernförderliches Klima und Motivierung	<ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit Fehlern • Feedback • Motivierende Aufgabengestaltung
Klarheit und Strukturiertheit	<ul style="list-style-type: none"> • Lernzielklarheit • Zusammenfassung der Lerninhalts • Inhaltlich verständliche Erklärungen durch die Lehrkraft
Aktivierung und Förderung	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligung der Lernenden am Unterrichtsgespräch • Fordernde Aufgaben • Binnendifferenzierung

In Hatties Meta-Analyse (2009) wurden diese Kriterien in Bezug auf die Leistung der Lernenden untersucht. Sowohl die Lernzielklarheit ($d = 0.75$) als auch ein für die Lernenden fordernder Unterricht ($d = 0.64$), wie er von Helmke et al. (2010) im Bereich Aktivierung und Förderung beschrieben wird, haben einen großen Effekt auf die Leistung. Weiterhin spielt auch elaboriertes Feedback ($d = 0.72$) eine große Rolle, während die Klassenführung einen mittleren Effekt hat ($d = 0.52$) (Hattie 2009).

Generell besteht ein großer Zusammenhang zwischen fachübergreifenden und fachspezifischen Merkmalen der Unterrichtsqualität (Praetorius et al., 2020): Die universale Ebene (z.B. der Klassenführung) und die der Subdimension (z.B. Verhaltensmanage-

ment) ist zunächst generisch zu verstehen. Auf Ebene des Indikators bzw. des Items hingegen zeigen sich bspw. für die Naturwissenschaften fachspezifische Besonderheiten (z.B. Allgegenwärtigkeit, Prävention und Intervention), da hier fachdidaktisches Wissen zur Beurteilung genutzt werden muss (Heinitz & Nehring, 2020). Folglich lässt sich ein generisches Instrumentarium (z.B. das des EMU-Projekts) durch die konkrete Ausformulierung der Indikatoren für bestimmte Unterrichtsfächer anpassen. Gemäß der Ausführungen im Rahmen der PISA-Studie soll naturwissenschaftlicher Unterricht strukturiert, störungsarm, kognitiv aktivierend und diszipliniert sein. Daneben soll er eine angemessene Unterstützung durch die Lehrkraft bieten, wobei diese im Gleichgewicht mit einer inhaltlichen Öffnung stehen sollte (Schiepe-Tiska et al., 2016). Diese Merkmale der Unterrichtsqualität sind bisher vor allem darauf untersucht worden, ob sie eine positive Auswirkung auf die Leistung der Lernenden haben (Hattie, 2009; Stronge et al., 2007). Aufgrund des nachgewiesenen Zusammenhangs zwischen Interesse und Leistung (z.B. Schiefele et al., 1992) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Merkmale auch eine positive Wirkung auf das Interesse der Lernenden haben.

Neben Qualitätsmerkmalen ist die Gestaltung von Unterricht ein zentrales Merkmal, die u.a. durch die Wahl der Sozialform, Thematik und Methodik beschrieben werden kann. Diese sind teilweise auch als potenzielle Interessenttrigger empirisch untersucht worden (z.B. Gruppenarbeit (Matthews, 2004) oder Projektarbeit (Hulleman & Harackiewicz, 2009)). Neben diesen methodisch-inhaltlichen Bereichen zählt auch die Phasierung von Unterricht zur Unterrichtsgestaltung (Kiper et al., 2011). Die Idee des Phasierens wurde erstmals von Roth (1957) formuliert. Seine Annahme war, dass Lernen durch ein stufenförmiges Problemlösen erfolgt. Dieses Schema wurde von Petersen et al. (2011) vereinfacht, sodass es auf jeden Unterricht übertragbar ist. Die vereinfachte Phasierung lautet: Einstieg/Motivation, Problematisierung, Erarbeitung, Sicherung und Auswertung sowie Transfer. Dabei muss nicht jede Unterrichtsstunde strikt nach diesem Schema ablaufen. Vielmehr wird Unterricht aus verschiedenen dieser Bausteine in weitgehend variabler Reihenfolge zusammengesetzt. Eine Besonderheit im Chemieunterricht ist die Durchführung von Experimenten. Daher lässt sich die Erarbeitung in eine theoretische und eine praktische (experimentelle) Erarbeitungsphase unterteilen.⁵

Die empirische Befundlage zur Wirkung von Unterrichtsphasierung ist dünn. Generell ist festzuhalten, dass die Phasierung von Unterricht größtenteils auf Erfahrungen und/oder schulpädagogischen und fachdidaktischen Theorien beruht (Petersen et al., 2011). Allerdings ist jede Phase durch bestimmte Charakteristika bezüglich der Unter-

⁵ Die Phasen sind im digitalen Anhang (A4) ausführlicher beschrieben.

richtsgestaltung gekennzeichnet. In Einstiegsphasen werden die Lernenden häufig mit einem neuen Phänomen konfrontiert, in den praktischen Erarbeitungsphasen finden beispielsweise Experimente statt und in Sicherungs- bzw. theoretischen Erarbeitungsphasen wird häufig mehr geschrieben als in den zuerst genannten Phasen. In Verbindung mit den bereits vorgestellten Interessentriggern lässt sich daher vermuten, dass Einstiegsphasen, in denen den Lernenden neue Phänomene oder Fragestellungen vorgestellt werden, eine positive Wirkung auf das situationale Interesse der Lernenden haben, da sie den Trigger „Neuheit“ beinhalten (z.B. Palmer, 2009). Diese positive Wirkung konnte von Ruppert (2010) bereits für den Biologieunterricht gezeigt werden, sodass eine Übertragung auf den Chemieunterricht wahrscheinlich ist. Weiterhin gelten theorielastige Phasen (z.B. theoretische Erarbeitungs- oder Sicherungsphasen) als hinderlich für das situationale Interesse von Lernenden (Logan & Skamp, 2013). Viele Studien im Bereich der Unterrichtsphasierung fokussieren zudem eher die Seite der Lehrkräfte (z.B. Planungskompetenz, Vergleiche zwischen unterschiedlichen Lehrkräften etc.) und nicht die Lernenden (Zierer & Wernke, 2017). Neben der klassischen Unterrichtsphasierung nach Roth gibt es auch weitere Unterrichtskonzeptionen wie die Basismodelle (z.B. Nutzen von Lernstrategien oder problembasiertes Lernen) nach Oser und Baeriswyl (2001). Wackermann et al. (2008) untersuchten die Wirksamkeit der Umsetzung dieses Modells im Rahmen einer Physiklehrkräftefortbildung und arbeiteten heraus, dass eine klare Umsetzung der in diesem Modell formulierten Phasen zu verbesserter Unterrichtswahrnehmung, Leistung und Emotionen bei den Lernenden führt. Je strikter die Lehrkräfte das Basismodell in ihren Unterricht integrierten, desto stärker verbesserten sich die Zuwächse bei den Lernenden. Allerdings ist dieses Modell nur ganzheitlich untersucht worden und nicht in Bezug auf einzelne Phasen.

4.3 Fragestellungen

Ziel der vorliegenden Studie ist die Analyse der Zusammenhänge von Unterrichtsphasierung sowie von Unterrichtsqualitätsmerkmalen mit dem situationalen Interesse von Lernenden im Chemieunterricht. Zur Analyse sollen die Qualitätsmerkmale von Unterricht, die von Helmke et al. (2010) im Zuge des EMU-Projekts operationalisiert worden sind (s. Kap. 4.2.2), sowie eine allgemeine Protokollierung des Unterrichts genutzt werden. Insgesamt soll die übergreifende Frage, inwiefern bestimmte Merkmale unterrichtlicher Qualität in Relation mit dem situationalen Interesse der Lernenden stehen und ob sich grundsätzliche Unterschiede in der Ausprägung des situationalen Interesses in verschiedenen Unterrichtsphasen zeigen, untersucht werden.

FF1 Welche Unterrichtsqualitätsmerkmale sind unter Kontrolle der Zeit⁶ mit dem situationalen Interesse von Lernenden im Chemieunterricht assoziiert?

Anhand der bereits untersuchten Interessentrigger lassen sich einige Hypothesen zur Beantwortung dieser Forschungsfrage formulieren: Ein hohes Klassenmanagement geht vermutlich mit einem niedrigem situationalen Interesse einher, da die Lenkung des Unterrichts sehr stark ist (Stronge et al., 2007). Dieses Ergebnis wurde auch im Mathematikunterricht gefunden (Grünkorn et al., 2020). Es hat sich zudem gezeigt, dass Unterrichtsformen mit einer geringeren Lenkung durch die Lehrkraft einen positiven Effekt auf das situationale Interesse haben (Harackiewicz et al., 2016). In weiteren Studien wurde im Kontrast dazu gezeigt, dass das Klassenmanagement auch positiv mit dem Interesse der Lernenden verknüpft sein kann (z.B. Kunter et al., 2007; Kunter et al., 2013). In beiden Studien wird angeführt, dass effektives Klassenmanagement einen positiven Einfluss auf das Interesse der Lernenden hat. In bestimmten Fällen kann aber eine hohe Ausprägung von Klassenmanagement ineffizient sein (z.B., wenn die gesamte Lernzeit für den Unterricht verwendet wird, obwohl die Lernenden konstant von einem anderen Ereignis abgelenkt werden).

Weiterhin wurde gezeigt, dass Lernende auf einer motivational-affektiven Ebene von einer hohen Unterrichtsqualität im Bereich der konstruktiven Unterstützung profitieren (Kunter et al., 2013). Folglich ist davon auszugehen, dass Aspekte, die das Lernen vereinfachen und damit in die Kategorie der konstruktiven Unterstützung fallen, wie bspw. individuelle Förderung und Verständnisorientierung, vermutlich ebenfalls im positiven Zusammenhang mit dem situationalen Interesse stehen.

FF2 Wie unterscheidet sich unter Kontrolle der Zeit die Ausprägung des situationalen Interesses von Lernenden in verschiedenen Unterrichtsphasen?

Es wurde die Phasierung nach Petersen et al. (2011) untersucht. Wenngleich eine Phasierung nicht in allen Unterrichtskonzeptionen (bspw. projektorientiertem Unterricht) die gleiche Rolle spielen dürfte, scheinen spezifische Phasen zumindest im „typischen“ naturwissenschaftlichen Unterricht, wie er in Videostudien (Björkman & Tiemann, 2013; Stiller, 2016) oder in Einschätzungen von Schülerinnen und Schülern (Schiepe-Tiska et al., 2016) charakterisiert wird, die vorherrschende Organisationsform zu sein. Eine dominante Phase im Chemieunterricht ist die praktische Erarbeitungsphase, in der Experimente von Lernenden aktiv oder von Lehrkräften als Demonstration durchgeführt werden können. Für diese Phasen wird ein positiver Zusammenhang erwartet. Weiterhin wird für

⁶ Da die Erhebung über mehrere Unterrichtsstunden an verschiedenen Schultagen erfolgte, wurde die Zeit im Sinne der Sequenz der Unterrichtshospitationen als Kontrollvariable eingefügt.

theoretische Erarbeitungsphasen eine negative Beziehung zum situationalen Interesse erwartet und für Einstiegsphasen eine positive (s. Kap. 4.2.2). Aufgrund des aktuellen Forschungsstandes können für den möglichen Zusammenhang mit den Sicherungsphasen keine Hypothese aufgestellt werden.

FF3 Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem individuellen Interesse der Lernenden an typischen naturwissenschaftlichen Tätigkeiten (unter Berücksichtigung der Effekte der Unterrichtsmerkmale und -phasen auf Klassenebene sowie der Zeit) und dem situationalen Interesse der Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht?

Ergänzend zu den Unterrichtsphasen und -merkmalen soll mit dem individuellen Interesse ein zentrales Schülermerkmal berücksichtigt und dessen Zusammenhang zum situationalen Interesse untersucht werden. Grundsätzlich wird in dem Vier-Phasen-Modell formuliert, dass situational interessierte Lernende individuelles Interesse entwickeln können (Hidi & Renninger, 2006). Der umgekehrte Pfad ist theoretisch nicht vorgesehen. In verschiedenen Studien konnte aber bereits gezeigt werden, dass Lernende mit höherem individuellem Interesse auch ein höheres situationales Interesse zeigen (Ainley et al., 2002). Deswegen wird auch hier erwartet, dass individuelles Interesse im positiven Zusammenhang mit dem situationalen Interesse steht.

4.4 Methodisches Vorgehen

4.4.1 Studiendesign

Die Studie wurde an fünf Gymnasien Schleswig-Holsteins durchgeführt. Insgesamt haben 240 Lernende in neun Klassen teilgenommen. Die Schulen wurden teilweise aufgrund der Teilnahme an einem Vorgängerprojekt („DoLiS“, *Development of Learning in Science*) akquiriert. Zur Vergrößerung der Stichprobe haben darüber hinaus noch zwei weitere Schulen teilgenommen. Die Stichprobe stellt demnach eine Gelegenheitsstichprobe dar. Alle Lernenden besuchten während der Durchführung die achte Jahrgangsstufe. Da die Studie parallel in allen Klassen durchgeführt wurde, wurde der gleiche Fachinhalt (Einführung in „Salze“) unterrichtet. Diese Jahrgangsstufe wurde ausgewählt, da der Chemieunterricht hier beginnt. Für die Erhebung wurde ein Thema ausgewählt, welches bereits über den klassischen Anfangsunterricht hinausgeht.

Die Erhebungsleiterin hospitierte in jeder Klasse im Chemieunterricht, wobei die Anzahl der Hospitationen zwischen drei und sechs Schulstunden variierte⁷. Bei 13 der 22

⁷ Die variierende Stundenanzahl ist auf organisatorische Gründe zurückzuführen, da insgesamt zu drei verschiedenen Zeitpunkten hospitiert werden sollte. In einigen Klassen fand der Unterricht in einem 60 Minuten-Takt (drei Schulstunden Hospitation) statt, während andere im Doppelstundenmodus 90 Minuten je Woche (sechs Schulstunden Hospitation) unterrichtet wurden.

Hospitationen war eine zweite Person anwesend. Beide wurden zuvor durch das Codieren und Protokollieren von Unterrichtsvideos geschult. Während der Hospitationen wurde die Ausprägung verschiedener Unterrichtsqualitätsmerkmale erhoben, der Unterricht protokolliert und die Arbeitsmaterialien erfasst. Außerdem wurde zu verschiedenen Zeitpunkten das situationale Interesse der Lernenden erhoben (s. Kap. 4.4.2).

Um das individuelle Interesse der Lernenden zu erfassen, wurde eine Teilstichprobe gewählt, die sowohl an dieser Studie als auch an dem DoLiS-Projekt teilgenommen hat (s. Tab. 2), in dem längsschnittlich kognitive und motivational-affektive Variablen in der Sekundarstufe erfasst wurden (Höft et al., 2019). Der letzte Messzeitpunkt des Vorgängerprojekts lag ca. zwei Monate vor der Durchführung dieser Studie. Aufgrund der zeitlichen Nähe zwischen den Erhebungszeitpunkten und der angenommenen relativen Stabilität des Konstruktes werden die vorhandenen Daten zum individuellen Interesse in das Modell integriert.

Tabelle 2. Zusammenfassung der Stichprobenzusammensetzung; Hospitationen = Anzahl der hospitierten Schulstunden, Ratings = Gesamtanzahl der abgegebenen Interessenratings über alle Hospitationstermine, ind. Interesse = Anzahl der Lernenden, bei denen das individuelle Interesse erhoben wurde

Schule	Klasse	Lernende		Hospitationen	Ratings	
		Gesamt	ind. Interesse		Gesamt	ind. Interesse
A	A	30	18	5	272	164
	B	23	17	4	143	112
B	A	25	21	6	143	129
C	A	29	22	4	245	202
	B	25	22	4	79	77
	C	25	22	4	135	120
J	A	25	-	3	227	-
	B	24	-	3	158	-
K	A	34	-	4	223	-
Gesamt		240	122	37	1625	804

4.4.2 Erhebungsinstrumente

Zur Erfassung des situationalen Interesses wurden die Lernenden nach jeder Unterrichtsphase (z.B. nach einem Einstieg) von der Lehrkraft aufgefordert, über ein Tablet auf einer vierstufigen Likert-Skala (1 = uninteressant bis 4 = sehr interessant) anzugeben, wie interessant sie die vorangegangene Unterrichtsphase fanden (adaptiert nach Palmer

2009). Vor der Unterrichtsstunde erfolgte eine Absprache mit der Lehrkraft bezüglich der Abgrenzung zwischen den Unterrichtsphasen, welche während der Unterrichtsstunde von der Lehrkraft angekündigt wurden. Es wurde eine inhaltliche Einordnung der Unterrichtsphasen in Phasen wie Einstiegs-, Sicherungs- und theoretische oder praktische Erarbeitungsphasen unternommen.⁸

Das situationale Interesse wurde anhand eines Items erfragt, um die zeitliche Instabilität des situationalen Interesses zu berücksichtigen zu und möglichst wenig in den Unterricht einzugreifen. Wenngleich die Verwendung von Einzelitems keine Prüfung der Messgenauigkeit erlaubt, konnte Palmer (2009) durch zusätzliche Interviews und anschließende Datentriangulation Belege für die Validität dieser Methode vorlegen. Insgesamt wurden $N = 2104$ Messungen von situationalem Interesse ($M = 2,82$, $SD = 0.85$) vorgenommen (inkl. fehlender Werte, s. Kap. 4.4.3). Das entspricht ca. 17 Messungen je Lernenden.

Ferner wurden für jede Unterrichtsphase Unterrichtsqualitätsmerkmale mithilfe des Beobachtungsbogens aus dem EMU-Projekt erfasst (adaptiert nach Helmke et al., 2010)⁹. Durch die Anpassungen wurde der Beobachtungsbogen für den Chemieunterricht spezifiziert. Die Items wurden auf einer 4-stufigen Likert-Skala geratet. Die Abstufungen der Items wurden vor der Anwendung diskursiv validiert und mithilfe von Unterrichtsvideos verfeinert und erprobt.¹⁰ Für die Übereinstimmung mit dem zweiten Rater wurde eine Interraterreliabilität (Cohens κ) berechnet, welche mit $\kappa = 0.88$ in einem sehr guten Bereich liegt (Wirtz und Caspar 2002).

Da die Reliabilitäten (Cronbachs α) einzelner Skalen¹¹ nicht zufriedenstellend waren und die ursprünglichen Skalen nach Helmke et al. (2010) auch in faktorenanalytischen Verfahren nicht bestätigt werden konnten, wurde eine explorative Faktorenanalyse mit non-orthogonaler Rotation (Oblimin) anhand der 23 Likert-Items durchgeführt. Die mündliche Beteiligung, welche im ursprünglichen Fragebogen durch Zählen der Wortmeldungen enthalten ist, wurde nicht berücksichtigt. Der Bartlett-Test auf Sphärizität zeigte nach der Löschung von zwei Items, dass die Korrelationen zwischen den Items annehmbar sind ($\chi^2(210) = 994.06$, $p < 0.001$). Der Kaiser-Meyer-Olkin-Wert liegt mit $KMO = 0.67$ [0.34; 0.90] im annehmbaren Bereich, wobei einige Einzelitems sehr niedrige Werte aufweisen

⁸ Das Codiermanual zur Abgrenzung der verschiedenen Unterrichtsphasen befindet sich im Anhang (A4).

⁹ Die genauen Anpassungen der Items sind im Anhang (A3) ausgeführt.

¹⁰ Das Codiermanual für die Abstufungen der verwendeten Items befindet sich im Anhang (A5).

¹¹ Zunächst wurde die Reliabilität der von Helmke et al. (2010) festgelegten Skalen getestet. Für die Skalen „Lernförderliches Klima und Motivierung“ sowie „Aktivierung und Förderung“ waren die Reliabilitäten nicht zufriedenstellend.

(Field et al., 2013). Der Verlauf der Eigenwerte und des Scree-Plots weisen bei Anwendung des Kaiser-Kriteriums auf eine sechs-faktorielle Struktur hin. Auf zwei Faktoren lädt allerdings jeweils nur ein Item, weswegen diese Faktoren nicht weiter berücksichtigt wurden. Ein Item zeigt Querladungen auf mehreren Faktoren, ein weiteres Item wurde aus inhaltlichen Gründen nicht weiter berücksichtigt. Die verbleibende vier-faktorielle Lösung wurde unter Ausschluss der o.g. Items wiederholt durchgeführt, wobei die Faktorzuordnung repliziert werden konnte¹². Die Varianzaufklärung liegt bei 67%. Die Kommunalitäten zeigen ebenfalls, dass eine vier-faktorielle Struktur angemessen ist. Die Faktoren und der Range der Einzelladungen sind in Tab. 3 zusammengefasst. Im Anhang befindet sich der Beobachtungsbogen mit den verwendeten 17 Items (A3). Diese sind den entsprechenden Skalen (Klassenmanagement etc.) zugeordnet. Einige Items sind nicht für alle Phasen gleichermaßen relevant und wurden dementsprechend ausgelassen, wenn diese für die jeweilige Phase nicht bestimmt werden konnten.

Tabelle 3. Zusammenfassung der deskriptiven Statistik und der Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse; die Items wurden adaptiert nach Helmke et al. (2010)

Skala	<i>M</i> ^a	SD	Ladung	Reliabilität	Anzahl der Items	Inhalt
Klassenmanagement	2.88	0.53	0.61 – 0.85	.78	5	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation • Zeitmanagement • Allgegenwärtigkeit
Förderung	2.61	0.67	0.45 – 0.88	.80	6	<ul style="list-style-type: none"> • Wahl eines angemessenen Schwierigkeitsgrads • Schülerzentrierung
Verständnisorientierung	3.19	0.49	0.32 – 0.63	.69	3	<ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit Fehlern • Feedback • Fordernde Aufgaben • Beteiligung der Lernenden am Unterrichtsgespräch
Strukturierung	3.05	0.76	0.56 – 0.86	.73	3	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherung des Lernstoffs • Verwendung verschiedener Darstellungsformen

^a Alle Items wurden auf eine vierstufigen Likert-Skala geratet.

Die Erfassung des individuellen Interesses wurde während eines Vorgängerprojekts (s.o.) für eine Teilstichprobe erhoben. Hierbei wurde ein tätigkeitsbezogener Ansatz gewählt, welcher auf dem RIASEC+N-Modell beruht¹³ (Blankenburg et al., 2016; Dierks et al., 2014). Auf Basis dieses Modells wurden die Lernenden zu ihrem Interesse an der Durchführung typischer naturwissenschaftlicher Unterrichtstätigkeiten befragt. Die Gesamtskala auf der Basis von 29 Items ($M = 2.84$, $SD = 0.46$), welche auf einer 4-stufigen Likert-Skala geratet wurden, weist eine Reliabilität von $\alpha = .92$ auf.

¹² Die Scree-Plots befinden sich im Anhang (A2).

¹³ Die genutzten Items finden sich im Anhang (A6).

4.4.3 Datenauswertung

Um adäquat mit fehlenden Werten auf der Ebene des situationalen und individuellen Interesses umzugehen, wurden multiple Imputationen durchgeführt, da dieses Vorgehen herkömmlichen Methoden wie listen- oder paarweisem Fallausschluss überlegen ist (Newman, 2014). Fehlende Werte entstanden hauptsächlich durch vollständiges Fehlen einzelner Lernender in einer Unterrichtsstunde (z.B. durch Krankheit) oder durch das zufällige Verpassen einzelner Abstimmungen für das situationale Interesse, sodass kein Zusammenhang mit anderen Konstrukten vermutet wird. Daher wurden die multiplen Imputationen unter der Annahme MAR (missing at random) in der Statistiksoftware R mit den Paketen „mitml“ und „mice“ durchgeführt (Grund et al., 2019; R Core Team, 2018; van Buuren & Groothuis-Oudshoorn, 2011). Die Imputationen wurden nach dem Prinzip des joint modelling durchgeführt. Das dazugehörige Imputationsmodell entspricht für MLA 1 der detailliertesten Version der Mehrebenenanalyse, welche im Ergebnisteil dargestellt wird (Tab. 7, Mod1.3). Für die Teilstichprobe liegen weitere Daten aus dem DoLiS-Projekt vor. Da nur ein Teil der Stichprobe an diesen Erhebungen teilgenommen hat, konnte keine globale Imputation für alle Forschungsfragen durchgeführt werden. Daher wurde für diese Imputation über die detaillierteste Mehrebenenanalyse (Tab. 9, Mod2.4) hinaus das naturwissenschaftliche Selbstkonzept, die Chemienote, das Geschlecht und die generelle Lernfreude als Hilfsvariablen im Imputationsmodell berücksichtigt. Durch die Verwendung eines überlappenden Sets an Hilfsvariablen (Skalen der Unterrichtsqualität usw.) folgen beide Imputationen einer inklusiven Strategie, sodass die Annahme „MAR“ nicht verletzt wird (Collins et al., 2001). Die enge Passung zwischen Forschungsfrage und Imputationsmodell wiederum entspricht der Empfehlung aktueller Studien, auch wenn dann mehrfache Imputationen notwendig werden (vgl. Enders et al., 2020; Lüdtke et al., 2020). Der prozentuale Anteil der fehlenden Werte ist in Tab. 4 dokumentiert. Die fehlenden Werte wurden auf Skalenebene imputiert. Die FMI-Werte (fraction of missing information) geben den Anteil der Informationen für eine Variable an, die aufgrund der Imputation verloren geht (Enders, 2010). Sie liegen für diese Imputation im Bereich von 0.005 bis 0.301. Die potential scale reduction entspricht 1. Beide Werte liegen damit im gutem bis sehr gutem Bereich (Grund et al., 2016).¹⁴

¹⁴In den burn-in-Phasen wurden 50000 Iterationen durchgeführt. Anschließend wurden 100 imputierte Datensätze mit 5000 Iterationen erstellt. Um die Ergebnisse über die imputierten Datensätze hinweg zu bündeln, wurden die im R-Paket mitml (Grund et al., 2016) implementierte Rubin-Regeln (1987) verwendet.

Tabelle 4. Anteil der fehlenden Werte; MD[%] = prozentualer Anteil von Missing Data, MLA 1 = Multilevel Analysis 1 (umfasst alle Teilnehmenden an der hier vorliegenden Studie und an DoLiS, N = 124), MLA 2 = Multilevel Analysis 2 (umfasst Teilnehmenden an der hier vorliegenden Studie und an DoLiS, N = 124)

MLA 1		
Variable	situationales Interesse	
MD [%]	22.8	
MLA 2		
Variable	situationales Interesse	individuelles Interesse
MD [%]	23.6	6.3

Um die Koeffizienten der Mehrebenenanalyse miteinander vergleichen zu können, wurden die Skalen der Unterrichtsqualität, des situationalen und des individuellen Interesse standardisiert. Nach der Imputation wurden die Werte zunächst anhand des Gruppenmittelwertes mit der Klasse als Gruppierungsvariable zentriert und anschließend der Mittelwert für das individuelle Interesse gebildet. Durch dieses Vorgehen konnte die Clustering der Lernenden in verschiedenen Klassen berücksichtigt werden, obwohl die Stichprobe auf Klassenebene für eine explizite Implementierung in die Mehrebenenanalysen zu klein ist (Enders & Tofighi, 2007). Da die Erhebung über mehrere Unterrichtsstunden an verschiedenen Schultagen erfolgte, wurde die Zeit als Kontrollvariable eingefügt.

Um die hierarchisch geschachtelte Struktur (Abb. 3) zu berücksichtigen, wurden Mehrebenenanalysen mit dem Paket „lme4“ in R durchgeführt (Bates et al., 2015). Mehrebenenanalysen sind lineare Regressionen, die verschiedene Level von Daten (Abb.1) berücksichtigen und somit Fehlinterpretationen vermeiden können. Aufgrund der verhältnismäßig geringen Stichprobengröße wurden Random-Intercept-Modelle gerechnet (Snijders & Bosker, 2012). Die ICC liegt für die erste Mehrebenenanalyse (Forschungsfragen 1 und 2) bei 0.123 und für die zweite Mehrebenenanalyse (Forschungsfrage 3) bei 0.139, d.h. 12.3% bzw. 13.9% der Varianz liegen zwischen den Personen, was für eine Berücksichtigung der Mehrebenen-Struktur spricht.

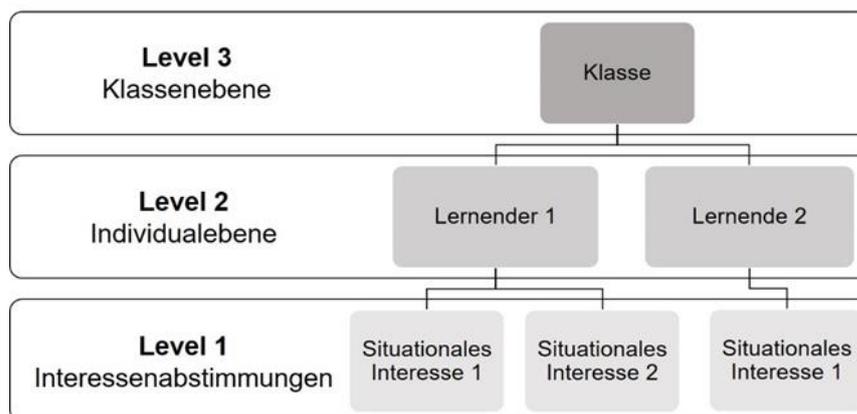


Abbildung 3. Levelteilung für die Mehrebenenanalyse; da die Stichprobe auf Level 3 zu klein ist, wird die Klassenebene nicht explizit modelliert, sondern durch Zentrierung der Variablen auf den Klassenmittelwert (group-mean centering) berücksichtigt.

Nach der multiplen Imputation wurden zudem die Korrelationen zwischen dem situationalen Interesse der Lernenden, den Unterrichtsmerkmalen und den Unterrichtsphasen berechnet. Bei der Untersuchung der Unterrichtsphasen wurden nur diejenigen Phasen untersucht, die mehr als acht Mal beobachtet werden konnten. Das betrifft die Phasen Einstieg, theoretische Erarbeitungsphase, praktische Erarbeitungsphase und Sicherung; die drei Phasen Problematisierung, Transfer und Wiederholung wurden entsprechend von den Analysen ausgeschlossen. In Tabelle 5 sind die Korrelationen zusammengefasst.

Tabelle 5. Pearson-Korrelationen (r) der erhobenen Variablen; in Klammern ist der Standardfehler (SE) angegeben

	SI	KM	F	V	S
situationalen Interesse (SI)	1	-	-	-	-
Klassenmanagement (KM)	-0.16*** (0.02)	1	-	-	-
Förderung (F)	0.04 (0.02)	0.21*** (0.02)	1	-	-
Verständnis (V)	-0.08*** (0.02)	-0.01 (0.02)	0.03 (0.02)	1	-
Strukturierung (S)	0.07** (0.02)	-0.37*** (0.02)	0.00 (0.02)	0.41*** (0.02)	1
Einstieg	-0.05* (0.02)	0.05* (0.02)	-0.07 (0.02)**	-0.24*** (0.02)	-0.45*** (0.02)
praktische Erarbeitung	0.19*** (0.02)	-0.53*** (0.02)	-0.16*** (0.02)	0.11*** (0.02)	0.42*** (0.02)
theoretische Erarbeitung	-0.08*** (0.02)	0.10*** (0.02)	0.16*** (0.02)	0.08*** (0.02)	0.22*** (0.02)
Sicherung	0.04 (0.02)	0.31*** (0.02)	0.05* (0.02)	0.08*** (0.02)	-0.02 (0.02)

Signifikanzniveau der Koeffizienten *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

4.5 Ergebnisse

4.5.1 Zusammenhang zwischen situationalem Interesse und Unterrichtsqualitätsmerkmalen

Die Ergebnisse der Mehrebenenanalyse sind in Tab. 7 zusammengefasst: Mod1.0 und Mod1.1 dienen der Kontrolle: Mod1.0 entspricht dem Nullmodell ohne Prädiktoren, während Mod1.1 die Kontrollvariable Zeit als Prädiktor enthält. Die Zeit wurde als Sequenz der Unterrichtshospitationen (d.h. erster Hospitationstermin = 1, zweiter Hospitationstermin = 2 usw.) codiert. Die Zeit weist dabei einen negativen Zusammenhang zum situationalen Interesse auf. Mit Blick auf Forschungsfrage 1 wurde untersucht, in welchem Zusammenhang die Unterrichtsmerkmale Klassenmanagement, Verständnisorientierung, Strukturierung und Förderung zum situationalen Interesse der Lernenden stehen (Mod1.2). Entsprechend der Erwartung zeigt sich beim Klassenmanagement ein negativer Zusammenhang zum situationalen Interesse ($\gamma_{10} = -0.29, p < 0.001$). Ein weiterer negativer Zusammenhang zum situationalen Interesse liegt, entgegen der Hypothese, bei der Verständnisorientierung vor ($\gamma_{40} = -0.21, p < 0.001$). Positive Zusammenhänge wurden für die Skalen Förderung ($\gamma_{30} = 0.20, p < 0.05$) und Strukturierung ($\gamma_{20} = 0.12, p < 0.05$) gefunden.

Die Varianzaufklärung $R^2(\text{SB})$ ist speziell für die Anwendung in Mehrebenenanalysen entwickelt und gibt die Gesamtaufklärung des Modells unter Berücksichtigung der verschiedenen Level an (Snijders & Bosker, 2012). Die Varianzaufklärung liegt in diesem Modell bei $R^2(\text{SB}) = 0.060$, also ca. 6,0%. Bei Betrachtung der Varianzaufklärung auf Levelebene ergibt sich auf Level 1 eine Aufklärung von ca. 8,0%. Auf Level 2 ist eine negative Varianzaufklärung zu beobachten, welche bei Mehrebenenanalysen darauf zurückzuführen ist, dass keiner der Prädiktoren auf Level 2 wirkt (Snijders & Bosker, 2012). Der Wald-Test zeigt, dass Mod1.2 signifikant besser auf die Daten passt als das Mod1.0 und Mod1.1 (s. Tab. 6).

Tabelle 6. Ergebnisse des Wald-Tests zum Vergleich des Modell-Fits für Modell 1. Genaue Spezifikationen der Modelle können der Tab. 7 entnommen werden.

Modellvergleich		F-Wert	df1	df2	$p(>F)$	RIV
Mod1.1	Mod1.0	0.88	1	6005.41	0.35	0.14
Mod1.2	Mod1.0	19.52	5	13898.41	0.00	0.23
Mod1.2	Mod1.1	23.74	4	9592.72	0.00	0.25
Mod1.3	Mod1.2	15.97	4	16616.30	0.00	0.18

4.5.2 Zusammenhänge von inhaltlichen Unterrichtsphasen und dem situationalen Interesse

Bei Ergänzung der berücksichtigten Unterrichtsphasen (s. Kap. 4.4.3) als einzelne Dummy-Variablen im Modell ändern sich teilweise die Zusammenhänge der Unterrichtsmerkmale (s. Tab. 7, Mod1.3). Besonders stark ändert sich der Zusammenhang zwischen Klassenmanagement und situationalem Interesse, welcher von $\gamma_{10} = -0.29$, $p < 0.001$ auf $\gamma_{10} = -0.16$, $p < 0.001$ sinkt. Daher variiert der Zusammenhang zwischen Klassenmanagement und situationalem Interesse der Lernenden in Abhängigkeit von der Unterrichtsphase. Die eingangs dargestellten Korrelationen zwischen Unterrichtsmerkmalen und -phasen (s. Tab. 5) zeigen, dass das Klassenmanagement in Sicherungsphasen höher ausgeprägt ist ($r = 0.31$, $p < 0.001$), während es in den praktischen Erarbeitungsphasen tendenziell am schwächsten ausgeprägt ist ($r = -0.53$, $p < 0.001$).

Mit Blick auf Zusammenhänge der einzelnen Unterrichtsphasen zum situationalen Interesse zeigt sich erwartungskonform, dass für theoretische Erarbeitungsphasen ein negativer Zusammenhang ($\gamma_{60} = -0.19$, $p < 0.05$) vorliegt, während für praktische Erarbeitungsphasen ein großer positiver Zusammenhang ($\gamma_{50} = 0.44$, $p < 0.001$) besteht. Die übrigen Unterrichtsphasen (Sicherungen und Einstiege) weisen keine signifikanten Zusammenhänge zum situationalen Interesse auf. Die Varianzaufklärung vergrößert sich durch das Berücksichtigen der Unterrichtsphasen insgesamt ($R^2(\text{SB}) = 0.076$) und auf Level 1 ($R^2_{\text{Level 1}} = 0.120$). Insgesamt werden auf Level 1 somit 12.0% der Varianz durch die Unterrichtsqualitätsmerkmale und -phasen aufgeklärt. Auf Level 2 vergrößert sich das negative R^2 . Für Mod1.3 zeigt der Wald-Test bessere Fit-Werte als für Mod1.2 (s. Tab 6).

Tabelle 7. Ergebniszusammenfassung der Mehrebenenanalyse (Mod1.0 – Mod1.3) auf Basis der Gesamtstichprobe (N = 240)

feste Effekte	Parameter	Mod1.0		Mod1.1		Mod1.2		Mod1.3	
		β	SE	β	SE	β	SE	β	SE
Intercept	γ_{00}	0.00	0.03	0.02	0.04	0.08	0.04	0.00	0.05
Zeit	γ_{01}	-	-	-0.04	0.04	-0.12**	0.04	-0.13***	0.04
Klassenmanagement	γ_{10}	-	-	-	-	-0.29***	0.05	-0.16**	0.05
Strukturierung	γ_{20}	-	-	-	-	0.12**	0.04	0.05**	0.05
Förderung	γ_{30}	-	-	-	-	0.20**	0.07	0.23***	0.07
Verständnisorientierung	γ_{40}	-	-	-	-	-0.21***	0.04	-0.22***	0.04
Erarbeitungsphase (praktisch)	γ_{50}	-	-	-	-	-	-	0.44***	0.07
Erarbeitungsphase (theoretisch)	γ_{60}	-	-	-	-	-	-	-0.19*	0.09
Sicherungsphase	γ_{70}	-	-	-	-	-	-	0.06	0.07
Einstiegsphase	γ_{80}	-	-	-	-	-	-	-0.12	0.08
<i>Varianzaufklärung</i>									
$R^2_{\text{Level 1}}$			0		0.017		0.080		0.120
$R^2_{\text{Level 2}}$			0		0.017		-0.082		-0.246
R^2_1 (SB)			0		0.017		0.060		0.076

Signifikanzniveau der Koeffizienten *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

4.5.3 Zusammenhänge zwischen individuellem und situationalem Interesse

Die zweite Mehrebenenanalyse gleicht der ersten im Kern. Es wurde nur eine Teilstichprobe berücksichtigt. Die Prädiktoren wurden in der gleichen Reihenfolge eingefügt wie bei der ersten Mehrebenenanalyse zur Beantwortung der Forschungsfragen 1 und 2 (s. Mod1.0 bis Mod1.3). Es zeigen sich tendenziell ähnliche Zusammenhänge. Generell sind die Zusammenhänge niedriger bzw. bleiben teilweise nicht signifikant (Tab. 9). Letzteres trifft auf die Zusammenhänge zwischen dem Klassenmanagement ($\gamma_{10} = -0.09$, $p = 0.271$), der Förderung ($\gamma_{30} = -0.08$, $p = 0.464$) bzw. der praktischen Erarbeitungsphase ($\gamma_{50} = 0.18$, $p = 0.081$) und dem situationalen Interesse der Lernenden zu. Für die Verständnisorientierung bleibt der Zusammenhang hingegen gleich ($\gamma_{40} = -0.40$, $p > 0.001$). Die Varianzaufklärung ist ähnlich zu der in Mod1.3. Bei Einfügen des individuellen Interesses als Level 2-Variable zeigt sich ein großer Zusammenhang zum situationalen Interesse ($\gamma_{02} = 0.27^{***}$, $p < 0.001$). Durch die Aufnahme dieser Variable nimmt die Varianzaufklärung deutlich zu: Insgesamt werden 10.9% der Varianz aufgeklärt ($R^2(\text{SB}) = 0.109$) und auf Level 2 21.4% ($R^2_{\text{Level } 2} = 0.214$). Die Varianzaufklärung auf Level 1 wird wie erwartet etwas kleiner ($R^2_{\text{Level } 1} = 0.093$). Der Wald-Test zeigt bessere Fit-Werte für Mod2.4 (s. Tab. 8).

Tabelle 8. Ergebnisse des Wald-Tests zum Vergleich des Modell-Fits für die zweite Mehrebenenanalyse. Genaue Spezifikationen der Modelle können der Tab. 9 entnommen werden.

Modellvergleich		F-Wert	df1	df2	p(>F)	RIV
Mod2.1	Mod2.0	5.74	1	5886.91	0.02	0.14
Mod2.2	Mod2.1	13.37	4	6690.25	0.00	0.32
Mod2.3	Mod2.2	5.82	2	34751.14	0.00	0.08
Mod2.4	Mod2.3	18.77	1	1888.15	0.00	0.28

Tabelle 9. Ergebniszusammenfassung der zweiten Mehrebenenanalyse; es wurde die Teilstichprobe analysiert, die an dem DoLiS-Projekt teilgenommen hat (N = 124)

<i>feste Effekte</i>	<i>Parameter</i>	<i>Mod2.0</i>		<i>Mod2.1</i>		<i>Mod2.2</i>		<i>Mod2.3</i>		<i>Mod2.4</i>	
		β	SE								
Intercept	γ_{00}	-0.01	0.05	0.09	0.06	0.15*	0.06	0.14*	0.07	0.13	0.07
Zeit	γ_{01}	-	-	0.15*	0.06	-0.23***	0.07	-0.22***	0.06	-0.21**	0.07
Klassenmanagement	γ_{10}	-	-	-	-	-0.17*	0.07	-0.08	0.08	-0.09	0.08
Strukturierung	γ_{20}	-	-	-	-	0.08	0.06	0.11	0.07	0.10	0.07
Förderung	γ_{30}	-	-	-	-	-0.15	0.10	-0.11	0.10	-0.08	0.10
Verständnisorientierung	γ_{40}	-	-	-	-	-0.40***	0.08	-0.40***	0.08	-0.40***	0.08
Erarbeitungsphase (praktisch)	γ_{50}	-	-	-	-	-	-	0.18	0.10	0.18	0.10
Erarbeitungsphase (theoretisch)	γ_{60}	-	-	-	-	-	-	-0.21*	0.11	-0.24*	0.11
individuelles Interesse	γ_{02}	-	-	-	-	-	-	-	-	0.27***	0.06
<i>Varianzaufklärung</i>											
$R^2_{\text{Level 1}}$		-		0.044		0.114		0.120		0.092	
$R^2_{\text{Level 2}}$		-		0.059		-0.069		-0.117		0.214	
R^2_1 (SB)		-		0.045		0.088		0.087		0.109	

Signifikanzniveau der Koeffizienten *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

4.6 Diskussion

Die erste Zielsetzung dieser Studie war es, Aspekte der Unterrichtsqualität zu identifizieren, die in einem engen Zusammenhang zum situationalen Interesse der Lernenden stehen. Während für die Merkmale Strukturierung und Förderung eine positive Beziehung zum situationalen Interesse der Lernenden festgestellt wurde, wurde für Klassenmanagement und Verständnisorientierung eine negative Beziehung diagnostiziert. Die zweite Zielsetzung adressierte die additive Analyse der Zusammenhänge zwischen Unterrichtsphasen und situationalem Interesse der Lernenden. Dabei zeigten sich für praktische Erarbeitungsphasen positive und für theoretische Erarbeitungsphasen negative Zusammenhänge zum situationalen Interesse der Lernenden. Für die übrigen analysierten Unterrichtsphasen (Einstieg und Sicherung) konnten im Rahmen der hier beobachteten Unterrichtsstunden keine bedeutsamen Relationen festgestellt werden.

Die dritte Zielsetzung war es, zu untersuchen, inwiefern motivational-affektive Variablen, welche bereits dispositional vorliegen, auf Individualebene einen Einfluss auf die Ausprägung des situationalen Interesses im Unterricht haben. Es wurde erwartungskonform ein substanzieller positiver Zusammenhang festgestellt.

Als Kontrollvariable wurde die Zeit als Sequenz der Hospitationstermine berücksichtigt. Die negative Beziehung deutet auf ein grundsätzlich nachlassendes situationales Interesse über den Verlauf der Termine hin. Zurückzuführen ist dieses vermutlich auf einen nachlassenden Reiz des zu Beginn noch neuen Themas „Salze“ oder auf eine Gewöhnung an die Erhebungsmethode des situationalen Interesses über die Tablets. Beide Faktoren zielen im Endeffekt auf den möglichen Interessentrigger „Neuheit“, der aber nur für die ersten Begegnungen mit Thema oder Methode gelten kann (Lin et al., 2013; Palmer, 2009).

4.6.1 Unterrichtsmerkmale und -phasen

Die untersuchten Zusammenhänge des situationalen Interesses mit Merkmalen der Unterrichtsqualität entsprechen für Klassenmanagement, Förderung und Strukturierung den eingangs formulierten Hypothesen.

Konträr zu den Erwartungen ist der Befund, dass Verständnisorientierung eine negative Beziehung zu dem situationalen Interesse hat. Unter Verständnisorientierung wurden Aspekte wie eine angemessene Schwierigkeit und das Feedback-Geben an die Lernenden subsumiert. Auch wenn Forschungsbefunde zum Feedback zeigen, dass dieses einen positiven Einfluss auf Interesse hat (Harks et al., 2013), muss einschränkend festgehalten werden, dass die Qualität und Art des Feedbacks über sein Potenzial zur Inte-

ressenförderung entscheiden (Hattie & Timperley, 2007). Beides wurde in der vorliegenden Studie nicht erfasst. Daher ist es möglich, dass die relevanten Aspekte zum Feedback hoch geratet wurden, weil sie im Unterricht häufig vorkamen, aber die Qualität dieser Aspekte nicht hoch genug war, um das situationale Interesse der Lernenden zu fördern.

Die beobachteten Zusammenhänge zwischen dem situationalen Interesse der Lernenden und den Unterrichtsphasen fallen überwiegend erwartungskonform aus und entsprechen den Ergebnissen anderer Studien. Holstermann et al. (2010) haben bspw. die Wirkung von praktischen Aufgaben im Biologieunterricht untersucht und festgestellt, dass insbesondere die Qualität der Aufgaben einen positiven Effekt auf das Interesse von Lernenden hat. In der vorliegenden Studie scheinen die praktischen Aufgaben von einer hohen Qualität gewesen zu sein, dass sie interesselördernd wirkten. Eine weitere Differenzierung von Experimenten in eine rezeptartige Durchführung und eine Durchführung nach eigenständiger Planung konnte nicht vorgenommen werden, da erstere deutlich überwogen. Auch wenn Höft et al. (2019) eine hohe Korrelation zwischen den Interessen der Lernenden an diesen beiden Arten der Experimente beschreiben ($r > 0.8$), stellten Walpuski und Hauck (2017) fest, dass Experimente mit einem hohen Anteil an eigener Aktivität (z.B. beim Planen und Auswerten) als interessanter wahrgenommen werden als Experimente mit rezeptartiger Anleitung.

Theoretische Erarbeitungsphasen gehen in der vorliegenden Studie eher mit einem niedrigen situationalen Interesse einher. Hier scheint aus unterrichtspraktischer Perspektive noch besonderes Potenzial zu sein, um den Unterricht für Lernende motivierender zu gestalten. Um diese Potenziale zu konkretisieren, müssen diese Phasen jedoch in weiterführenden Studien detaillierter inhaltlich analysiert werden (vgl. Ochsen et al., 2020).

Für Einstiegsphasen wurde kein systematischer Zusammenhang zum situationalen Interesse der Lernenden gefunden, obwohl eine positive Beziehung zum situationalen Interesse denkbar gewesen wäre, wenn in diesen Phasen den Lernenden z.B. unbekannte Phänomene oder Probleme präsentiert werden (Palmer, 2009; Ruppert, 2010). Das dadurch induzierte situationale Interesse kann im Verlauf des weiteren Unterrichts wieder abfallen, da die anfangs unbekanntes Phänomene sukzessive mit neuem Wissen aufgeklärt werden. Diese Beobachtung haben Rotgans und Schmidt (2017) in der „*knowledge-deprivation-hypothesis*“ formuliert. Die Voraussetzung zur Entstehung von situationalem Interesse ist demnach ein (mit dem aktuellen Wissensstand) unlösbares Problem bzw. eine unerklärbares Phänomen. Eine mögliche Ursache für das vorliegende Ergebnis könnte also sein, dass die Einstiegsproblematiken entweder nicht motivierend genug waren oder den Lernenden nicht als Problem bewusst wurden. Merritt et al. (2017) betonen in ihrem Review ebenfalls, dass die Strukturierung und Präsentation des Problems ein

wesentlicher Gelingensfaktor von problembasiertem Unterricht darstellen. Einstiegsphasen müssen aber nicht zwangsläufig ein unerklärbares Phänomen präsentieren. Sie können auch das Wiederholen der letzten Unterrichtsinhalte forcieren. Diese reine Wiederholung adressiert keinen bekannten Interessentrigger und kann demzufolge als weniger interesselördernd eingestuft werden. Für die beobachteten Einstiegsphasen könnte gelten, dass sie eher diesem Muster gefolgt sind.

Bei kombinierter Berücksichtigung von Unterrichtsmerkmalen und -phasen in den Modellen halbiert sich der Zusammenhang zwischen Klassenmanagement und situationalem Interesse fast. Dies deutet auf eine Wechselwirkung mit den Unterrichtsphasen hin. Deskriptiv sind relativ hohe Korrelationen (Tab. 6) zwischen Klassenmanagement und Sicherungsphasen bzw. praktischen Erarbeitungsphasen zu finden, wobei letztere Korrelation negativ ist. Die Ausprägung des Klassenmanagements scheint somit abhängig von der Unterrichtsphase zu sein und insbesondere in praktischen Erarbeitungsphasen niedriger auszufallen.

Die Varianz, welche durch das Modell insgesamt aufgeklärt wird, ist eher niedrig. Sie weist darauf hin, dass weitere Faktoren das situationale Interesse beeinflussen, die über die untersuchten Merkmale des Unterrichts hinausgehen. Dazu könnten die Sozialform (z.B. Gruppenarbeit als interesselördernde Sozialform; Jack & Lin, 2017), bestimmte Methoden wie bspw. Quizze (Bicen & Kocakoyun, 2018) oder schülerzentrierte Ansätze wie Think-Pair-Share (Renninger et al., 2019) sowie weitere zeitliche und organisatorische Rahmenbedingungen (u.a. Klausuren oder Probefeueralarm) gehören.

4.6.2 Individuelles Interesse

Der hier festgestellte positive Zusammenhang zwischen dem individuellen und dem situationalen Interesse wird von weiteren Studien bestätigt (z. B. Ainley et al., 2002). Es gibt allerdings Anzeichen dafür, dass eine differenzierte Analyse der Beziehung zwischen situationalem und individuellem Interesse angebracht sein könnte: Rotgans und Schmidt (2018) haben festgestellt, dass der Effekt nur zu Beginn einer Unterrichtseinheit besonders stark ist und im Verlauf nachlässt. Im Rahmen der vorgenommenen Modellierung wäre es denkbar, den Einfluss der Zeit als Interaktion mit dem individuellen Interesse zu berücksichtigen, um herauszufinden, inwiefern der Fortgang einer Unterrichtseinheit den Einfluss des individuellen Interesses auf das situationale Interesse beeinflusst. Dazu wäre jedoch eine größere Stichprobe notwendig gewesen, weswegen diese These hier nicht geprüft werden konnte. Dennoch konnte mit der vorliegenden Studie gezeigt werden,

dass das individuelle Interesse auch nach Berücksichtigung unterrichtlicher Faktoren inkrementell einen großen Anteil der Varianz im situationalen Interesse der Lernenden aufklärt und somit nicht vernachlässigt werden sollte.

Durch die Aufnahme des individuellen Interesses in das Modell wird die Varianzaufklärung deutlich erhöht. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass individuelles Interesse in einem starken Zusammenhang mit dem situationalen Interesse steht. Dennoch ist dieser Zusammenhang kein Hinweis darauf, dass die Unterrichtsgestaltung eine untergeordnete Rolle bei gleichzeitiger Betrachtung des individuellen Interesses einnimmt. Da dieses aus dem situationalen Interesse entsteht, betont es vielmehr die Wichtigkeit, durch eine externe Unterstützung situationales Interesse hervorzurufen (Hidi & Renninger, 2006). Somit wird die Rolle der Lehrkraft bei der Unterrichtsgestaltung betont, denn es besteht die unmittelbare Möglichkeit, durch den Unterricht nachhaltig das Interesse am Fach zu fördern.

4.7 Limitationen und Fazit

Vor der Betrachtung der Implikationen dieser Studie soll zunächst auf einige Limitationen hingewiesen werden. Zum einen betrifft dies die begrenzte Stichprobenziehung und -größe. Die Stichprobe beschränkt sich auf Gymnasien in Schleswig-Holstein und stellt in erster Linie eine Gelegenheitsstichprobe dar. Durch die begrenzte Stichprobengröße war es nicht sinnvoll möglich, Interaktionseffekte zwischen verschiedenen Prädiktoren, bspw. zwischen individuellem Interesse und Unterrichtsphasen oder Unterrichtsqualitätsmerkmalen und Unterrichtsphasen, zu analysieren. Insofern wurden alle Prädiktoren im Modell in erster Linie additiv betrachtet und im Hinblick auf ihren individuellen Beitrag zur Aufklärung der Varianz des situationalen Interesses der Lernenden untersucht. Wechselwirkungen zwischen diesen Prädiktoren, die insbesondere aus theoretischer Sicht relevante Moderationsannahmen in den Blick genommen hätten, konnten entsprechend nicht untersucht werden. Dies wäre aber ein wünschenswerter Fokus für weiterführende Studien, die auf eine umfangreichere Stichprobe zurückgreifen können.

Auch auf die Stichprobengröße zurückzuführen ist die Begrenzung auf Random-Intercept-Modelle. Weiterhin wurde nur eine Variable (individuelles Interesse) auf Individualebene untersucht. Die Einbeziehung weiterer individueller Konstrukte wie dem naturwissenschaftlichen Selbstkonzept oder Leistungsmaßen, aber auch dem Geschlecht wären sinnvolle Ergänzungen, um detailliertere Einsichten in die interindividuelle Wahrnehmung von Interessentrigger zu gewinnen. Auf intraindividuelle Ebene ist die Einbeziehung weiterer Prädiktoren potenziell interessant (bspw. Lernfreude, s. Kap. 4.6.1), um die geringe Varianzaufklärung zu erhöhen.

Mit Blick auf die Erhebungsmethode ist festzuhalten, dass das situationale Interesse nur mithilfe eines Items erfragt wurde. Diese methodische Entscheidung wurde insbesondere mit dem Ziel getroffen, das situationale Interesse möglichst direkt im Unterrichtsgeschehen zu erfassen und den Unterrichtsablauf nur geringfügig zu stören. Dennoch wurde damit in den Unterricht eingegriffen und eine künstliche Pause geschaffen. Weiterhin konnte für dieses Messinstrument keine Messgenauigkeit bestimmt werden. In der Studie von Palmer (2009), aus der diese Erhebungsmethode adaptiert wurde, konnte die Validität der Ergebnisinterpretation jedoch mittels qualitativer Interviews bestätigt werden.

Letztlich ist auch die Unterrichtsbeobachtung (anstelle bspw. einer Videographie) kritisch zu reflektieren. Eine Videographie hätte mehr Analysepotenzial am Unterrichtsgeschehen ermöglicht, aber auch den zeitlichen und organisatorischen Aufwand insbesondere mit Blick auf die Teilnahme der Lernenden deutlich erhöht. Limitierend sind die fehlenden Werte für das situationale Interesse zu benennen, welche jedoch mithilfe multipler Imputationen angemessen berücksichtigt wurden.

Um die begonnene Mikroanalyse von Unterricht konsequent weiterzuführen, ist es notwendig, eine differenziertere Analyse der Unterrichtsqualitätsmerkmale vorzunehmen, die neben der Quantität auch die Qualität der einzelnen Faktoren stärker berücksichtigt. Diese Untersuchung kann als qualitative Fortsetzung zur Auswertung dieser Studie durchgeführt werden. Im Rahmen des Chemieunterrichts gibt es bereits viele Unterrichtskonzeptionen (z.B. Oser & Baeriswyl, 2001; Parchmann et al., 2006; Schiepe-Tiska et al., 2016), in denen die Phasen teilweise inhaltlich anders gestaltet sind. Da in der vorliegenden Studie allerdings keine dieser Konzeptionen stringent im Unterricht durchgeführt wurde, gelten unsere Ergebnisse nicht für die Phasierungen innerhalb dieser Konzeptionen. Weitere Untersuchungen zeigen, dass die genannten Konzeptionen generell wenig im Unterricht eingesetzt werden (Jannack et al., 2019), sodass die vorliegende Studie durchaus repräsentativ sein könnte. Eine weitere Limitation dieser Studie ist die Begrenzung auf den Chemieunterricht. Dieser kann vermutlich aufgrund seiner strukturellen Ähnlichkeit als Repräsentant naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer gelten. Für andere Unterrichtsfächer ist die Übertragbarkeit jedoch explizit zu prüfen.

Bei vollständiger Betrachtung der Ergebnisse ergeben sich mögliche Implikationen für Schulpraxis und Forschung: Für Praktizierende zeigen sich erste Hinweise, an welchen Stellschrauben Potenzial zur weiteren Interessenförderung besteht, wie bspw. im Bereich des Klassenmanagements oder durch eine Umgestaltung der Einstiegsphasen. Auch die theoretische Erarbeitungsphase wirkt in der vorliegenden Studie nicht interessenfördernd. Eine Möglichkeit, diesem Befund zu begegnen, wäre eine stärkere aktive Einbindung der Lernenden in dieser Phase. Dies könnte durch theoretische Aufgaben wie Recherchen

etc. erreicht werden (Hidi et al., 2015). Genauso scheint für das Unterrichtsmerkmal Verständnisorientierung die Möglichkeit zu bestehen, Unterricht zu verändern und interessanter für Lernende zu gestalten. Gleichzeitig stellt sich auch heraus, dass bereits einige Aspekte erfolgreich implementiert sind, die eine positive Auswirkung auf Interesse haben. Hierzu gehören die praktischen Erarbeitungsphasen und Unterrichtsqualitätsmerkmale wie Strukturierung. Ein weiterer Schritt kann bspw. eine qualitative Analyse der vorliegenden Daten sein, um konkrete Ansatzpunkte zu identifizieren, die situationales Interesse von Lernenden fördern können (vgl. Oxsen et al., 2020).

5 Publikation 2 zur Beobachtungsstudie

Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht –

Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse

Zusammenfassung

Die Gestaltung eines interesselördernden (Chemie-)Unterrichts ist Anspruch von Unterricht und bildungswissenschaftlicher sowie fachdidaktischer Forschung. Gemäß des 4-Phasen-Modells der Interessenentwicklung ist es sinnvoll, auf die Förderung des labileren situationalen Interesses zu fokussieren, da dies den Ausgangspunkt zur Entwicklung eines stabileren individuellen Interesses darstellen kann. Faktoren, sogenannte Trigger, die in verschiedensten Studien als potenziell interesselördernd identifiziert worden sind, sind vielfältig. Trotz einer langen Forschungstradition ist bis heute unklar, welche Auswirkungen der Einsatz von kombinierten Triggern im Unterricht auf das situationale Interesse hat und inwiefern Lernercharakteristika die Perzeption von Triggern beeinflusst. Daher wurde eine explorative Beobachtungsstudie im Chemieunterricht in neun gymnasialen Klassen der achten Jahrgangsstufe durchgeführt. Mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse konnten unterschiedliche Trigger extrahiert und verschiedenen Unterrichtsphasen zugeordnet werden. Der Einsatz von Alltagskontexten wurde bspw. am häufigsten in Einstiegsphasen gefunden. Weiterhin wurde der Einfluss des mittleren situationalen Interesses der Lernenden auf die Wahrnehmung von Triggern untersucht: Experimente werden von niedriginteressierten Lernenden generell als interessant wahrgenommen, während die Wahrnehmung der Hochinteressierten differenzierter bezüglich u. a. der Einbettung in den Unterricht ist. Auf Basis der Ergebnisse werden erste Hypothesen zu möglichen Wirkmechanismen aufgestellt.

Schlüsselwörter Situationales Interesse · Interessentrigger · Qualitative Forschung · Beobachtungsstudie

Abstract

The aim to foster students' interest by designing corresponding lessons for most students is a long-term goal within educational research. To do so, it is important to consider different approaches to promote interest. Following the Four-Phase-Model of interest development, situational interest is the first step towards a stable individual interest. By focusing on the promotion of situational interest as a possible precursor of individual interest, students are given an initiation to develop a sound interest in the long run. However, the extensive literature on fostering (situational) interest is diverse, but rarely considers the combined effects of so-called interest triggers

or the possible differential perception of triggers depending on learner characteristics. It seemed necessary to step back and observe authentic chemistry lessons in order to analyse, which attempts to foster students' situational interest are already implemented in classrooms. By investigating the effects of triggers on different groups of students (high, middle- and low-interested) via qualitative content analysis, results indicate that some triggers have indeed stronger effects on low-interested students, such as everyday contexts, while other triggers have almost the same effect on each group, such as most hands-on activities. The results and derived hypotheses are summarised and discussed.

Keywords Situational interest · Classroom observation · Interest triggers · Qualitative research

Ochsen, S., Bernholt, S., Bernholt, A., & Parchmann, I. (2020). Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht – Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 36(1), 4.

5.1 Einleitung

Das Interesse von Lernenden im schulischen Kontext hat einen hohen Stellenwert. So ist neben weiteren Lernzielen die Förderung des Fachinteresses als Ziel in den Lehrplänen vieler Bundesländer (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 2019) explizit hinterlegt. Weiterführend steht Interesse in Zusammenhang mit anderen wichtigen Outcome-Variablen von schulischem Unterricht. So beeinflusst es Lernprozesse und Leistung von Lernenden nachweislich positiv (Höft & Bernholt, 2019b; Potvin & Hasni, 2014b) und ist ein wichtiger Indikator für Profil- sowie Berufswahlentscheidungen (Maltese & Tai, 2011).

Bezieht man diese per se schon prominente Stellung von Interesse auf die Naturwissenschaften als Schulfächer, gewinnt sie sogar noch an Bedeutung. Bei Betrachtung der Interessenentwicklung in naturwissenschaftlichen Fächern und speziell im Fach Chemie fällt auf, dass das Interesse der Lernenden über den Verlauf der Sekundarstufe zurückgeht (Höft & Bernholt, 2019a; Potvin & Hasni, 2014a, 2014b). Empirische Studien zeigen, dass dieser Rückgang besonders stark in der achten Klasse zu verorten ist. Auch bei einer nach typischen naturwissenschaftlichen Tätigkeiten (z. B. Experimente selber planen oder Fragestellungen in Kleingruppen bearbeiten) differenzierten Betrachtung ist ein Rückgang in verschiedenen Tätigkeitsdimensionen zu beobachten (Höft et al., 2019). Aus entwicklungspsychologischer Sicht kann u. a. eine Interessensdifferenzierung im Verlauf der Pubertät bei den Lernenden eine Begründung sein (Schiefer et al., 2018), allerdings ist das Interesse am Chemieunterricht im Vergleich zum Interesse an anderen Fächern geringer (Krapp & Prenzel, 2011). Ein Ansatz,

diesem Rückgang zu begegnen, liegt darin, die Themenauswahl für die Lernenden zu adaptieren. Im Zuge der IPN-Interessensstudie (Hoffmann et al., 1998) und der ROSE-Studie (Elster, 2007) wurden potenziell interessante Themen näher spezifiziert. Dabei zeigte sich, dass die Interessen von Jugendlichen alters- und geschlechtsabhängig sind (Hoffmann et al., 1998). Vor allem Themen im Bereich Gesundheit, Fitness, Mystik und Spektakuläres sind für Jugendliche interessant (Elster, 2007). Für die Umsetzung der alltagsnahen Themen eignet sich kontextbasierter Unterricht, welcher als interesselördernd gilt (Habig et al., 2017). Begründet liegt die interesselördernde Wirkung in der Fokussierung einer hohen Autonomie, verstärktem Kompetenzerleben, hoher Unterrichtsqualität, sozialer Eingebundenheit und einem hohen Interesse der Lehrkraft (Parchmann et al., 2006). Eine weiteres Beispiel für eine Unterrichtskonzeption mit einem positiven Effekt auf das Interesse der Lernenden ist der forschend-entdeckende Unterricht, welcher sich durch einen ausgewogenen Anteil von „Hands-on“- und „Minds-on“-Aktivitäten auszeichnet (Schiepe-Tiska et al., 2016). Obwohl es demnach Ansätze und Konzeptionen gibt, die als interesselördernd beschrieben werden, gelingt es nicht, das bestehende Anfangsinteresse, mit dem die Lernenden in den (Chemie-)Unterricht starten, zumindest zu halten. Daraus ergibt sich die Frage, was im Chemieunterricht tatsächlich passiert: Werden Konzeptionen, welche eine interesselördernde Wirkung haben sollten, nicht (richtig) eingesetzt? Sind die Wirkmechanismen von interesselördernden Maßnahmen vielschichtiger als bisher angenommen? Oder gelingt der Übergang von einem situational angeregten Interesse in ein stabileres, dauerhaftes Interesse für einen Großteil der Lernenden nicht?

5.2 Theoretischer Hintergrund

5.2.1 Interesse

Historisch bedingt existieren für das Konstrukt Interesse viele Definitionen. Wissenschaftliche Ansätze eint, dass sie Interesse als multidimensional mit affektiven und motivationalen Bestandteilen betrachten (Hidi & Harackiewicz, 2000). Eine der gängigsten Konzeptualisierungen von Interesse stammt von Krapp (2002): Er definiert Interesse in seiner „*person-object theory of interest*“ (POI) als Relation zwischen Person und Gegenstand. Das Resultat dieser Relation kann Interesse sein und ist durch eine wertbezogene, eine affektive und eine kognitive Komponente geprägt (Krapp & Prenzel, 2011). Durch die Einbeziehung des Gegenstandes verdeutlicht Krapp die Inhaltsspezifität von Interesse. Im Kontext des Chemieunterrichts kann nach dem Modell von Hoffmann et al. (1998) beispielsweise der Kontext (z.B. anorganische Chemie), das Gebiet (z.B. Salze) oder eine Tätigkeit (z.B. im praktisch-konstruktiven Feld) einen Interessengegenstand darstellen.

Interesse wird, in Abhängigkeit von seiner Stabilität, in ein stabiles, überdauerndes Interesse (individuelles Interesse) und ein instabiles, kurzweiliges Interesse (situationales Interesse) unterteilt. Das situationale Interesse kann sowohl aufgrund des bereits bestehenden individuellen Interesses als auch aufgrund der „Interessanz“ der Situation entstehen (Krapp, 2002), d.h. es wird der Anteil des Interesses beschrieben, der zeit- und situationspezifisch ist und welcher durch Anreize der (Lern-)Umgebung entsteht (Mitchell 1993; Renninger & Hidi, 2011). Das individuelle Interesse hingegen ist differenzierbar in einen stabilen Teil im Sinne einer Prädisposition (*Trait*) und einem situationsbedingten psychologischen Zustand (*State*), wobei letzteres beschreibt, wie eine Person in einer Situation aufgrund ihres individuellen Interesses reagiert (Harackiewicz & Knogler, 2017; Hidi & Renninger, 2006). Für die Person sind diese Komponenten nicht differenzierbar und es ist letztlich unerheblich, ob ihr Interesse in einer Situation einem aktualisierten individuellem Interesse oder einem situationalen Interesse entspricht. Die identischen Empfindungen erschweren die empirische Differenzierung von situationalem und individuellem Interesse (Harackiewicz & Knogler, 2017).

5.2.2 Interessenentwicklung

Basierend auf der POI nach Krapp setzen Hidi und Renninger (2006) in dem Vier-Phasen-Modell der Interessenentwicklung situationales und individuelles Interesse miteinander in Relation: Sie postulieren, dass sich das unbeständige situationale Interesse bei wiederholter Auseinandersetzung mit einem Interessengegenstand zum stabileren individuellem Interesse entwickeln kann. Dabei erfolgt die Entwicklung vom triggered situational interest bis zum well-developed individual interest über vier konsekutive Phasen. Aufgrund der erschwerten intrapersonalen Differenzierbarkeit zwischen situationalem und aktualisiertem individuellem Interesse ist die empirische Nachweisbarkeit des Vier-Phasen-Modells erschwert. Vereinzelt empirische Befunde (z.B. Knogler et al., 2015; Palmer et al., 2017) stützen jedoch die Grundannahmen des Modells.

5.2.3 Möglichkeiten zur Förderung von Interesse

Aus der eingangs dargestellten Problematik des sinkenden Interesses von Lernenden an Naturwissenschaften und den unterschiedlichen Interessenarten ergibt sich die Frage nach geeigneten Ansatzpunkten zur Förderung. Hier wird auf eine vielfach formulierte These zurückgegriffen: Interesse muss erst gefördert werden, damit es sich weiterentwickeln kann (Harackiewicz et al., 2008; Hidi & Baird, 1986; Mitchell, 1993). Diese Fördermaßnahmen, so genannte „Interessentrigger“, sollen nach folgendem Prinzip Interesse generieren: „The development of a new interest is initiated when something catches the attention of a learner, a process called triggering.“ (Renninger et al., 2019, S.2). Die Differenzierung zwischen Triggern für si-

tuationales bzw. individuelles Interesse ist nicht trivial. Häufig lässt sich nicht genau unterscheiden, welcher Trigger auf welche Komponente wirkt. So wird Neugier teilweise als Trigger für situationales Interesse (Palmer, 2004), aber auch als Vorstufe von individuellem Interesse beschrieben (Shin & Kim, 2019). Cheung (2017) hat die Haupteinflüsse auf das individuelle Interesse von Lernenden am naturwissenschaftlichen Unterricht untersucht und dabei festgestellt, dass vor allem relativ stabile Merkmale wie das naturwissenschaftliche Selbstkonzept und das generelle individuelle Interesse an Naturwissenschaften einen Effekt haben. Er stellte aber gleichzeitig fest, dass die situationalen Einflüsse der Unterrichtsstunde, sprich deren Gestaltung, einen wichtigen Faktor für die Förderung des individuellen Interesses der Lernenden am naturwissenschaftlichen Unterricht darstellen.

In vielen Studien wird untersucht, wie sich (situationales) Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht fördern lässt. Dabei wirken die Trigger in unterschiedlichen Bereichen. Die Einteilung ist adaptiert nach Fend (1988), wobei eine zusätzliche Ebene für Faktoren, die über die einzelnen Schulen hinausgehen, hinzugefügt wurde (die Bildungsadministration). In diesem Bereich kann das Interesse der Lernenden durch die Ermöglichung früher Auseinandersetzungen von Lernenden mit Naturwissenschaften (Ainley & Ainley, 2011) oder die Nutzung außerschulischer Lernorte (Hulleman & Harackiewicz, 2009) gefördert werden. Weitere Bereiche sind die der Unterrichts- oder Lehrmaterialgestaltung, die Beziehung zwischen Lehrkraft und Lernenden bzw. zwischen Lernenden, die Charakteristika der Lehrkraft und das Erfüllen der Grundbedürfnisse nach der Selbstbestimmungstheorie (SDT). In der SDT werden die intrinsische Motivation, d.h. das Bestreben, selbstintendiert Handlungen auszuführen, sowie Ziele von Individuen in Relation zu deren (psychologischer) Gesundheit untersucht. Sie postuliert, dass hierbei drei Grundbedürfnisse (*basic needs*) ausschlaggebend sind: Soziale Eingebundenheit, Kompetenz- und Autonomieerleben (Ryan & Deci, 2000). Aufgrund der theoretischen Nähe zwischen intrinsischer Motivation und Interesse beschreiben Ryan und Deci (2000) Interesse als assoziierten Prozess zur intrinsischen Motivation. Eine ausführlichere Darstellung von weiteren Interessentriggern, die in den zitierten Studien einen positiven Effekt auf das Interesse von Lernenden im naturwissenschaftlichen Unterricht haben, ist im Anhang (B1) zu finden.

Nicht nur die Streuung der Interessentrigger über die verschiedenen Bereiche ist sehr vielfältig, sondern auch deren Inhalte. Sie geben zwar eine grobe Richtung für Lehrkräfte zur Gestaltung eines interessefördernden Unterrichts vor, jedoch werden weder die Heterogenität von Lerngruppen noch die differenzierte Betrachtung der Wirkmechanismen von Interessentriggern berücksichtigt. Holstermann et al. (2010) konnten bspw. zeigen, dass die Postulierung von Hands-on Aktivitäten als interessefördernde Tätigkeiten im Biologieunterricht den tatsächlichen Sachverhalt zu stark vereinfacht. Sie differenzierten typische Hands-on Aktivitäten (z.B.

Experimentieren, Sezieren und Klassifizieren) und zeigten, dass nur einige der Aktivitäten interesselördernd wirken. Für andere wurde kein Effekt oder sogar ein negativer Effekt auf das Interesse von Lernenden festgestellt. Eine ähnliche Differenzierung muss für den bereits erwähnten kontextbasierten Unterricht gemacht werden: Habig et al. (2018) zeigten, dass nicht nur die Wahl des Kontextes eine Rolle spielt, sondern auch die damit verknüpfte Lernaktivität. Damit ist nicht jeder kontextbasierte Unterricht per se interesselördernd.

Dass nicht nur auf der Seite der Trigger stärker differenziert werden muss, sondern auch auf der Seite der Personen zeigen u.a. die Arbeiten von Durik et al. (2015) und Renninger et al. (2019). Letztere argumentieren, dass die Wirksamkeit von Interessentriggern in der ersten und zweiten Phase der Interessenentwicklung abhängig von bestimmten Personenmerkmalen ist. So zeigten sie, dass die Wirksamkeit des Triggers „Persönliche Relevanz“ hoch ist, wenn der Bereich *Awareness (ability to make use of prior experience or knowledge*; Renninger et al., 2019) bei den Lernenden stark ausgeprägt ist. Demnach ist die Gestaltung eines interesselördernden Unterrichts deutlich komplexer als das Integrieren einer Triggerliste in den Unterricht.

Hieraus ergibt sich das Forschungsdesiderat, welches die vorliegende Studie adressiert: Durch vorangegangene Arbeiten gibt es Indizien für die unterschiedliche Perzeption von Interessentriggern durch Lernende. Gleichzeitig ist wenig über die Umsetzung in der komplexen Situation einer Unterrichtsstunde bekannt, da die bisherigen Arbeiten meist in außerschulischen Settings mit sehr kleinen Lerngruppen (unter zehn Lernende) oder mit Studierenden stattfanden. Die identifizierten Trigger sind zudem häufig in Interventionsstudien getestet und somit in Situationen umgesetzt worden, die z.T. nur wenig mit der schulischen Realität gemein haben. Aufgrund dessen ist der Wissenstand zu kombinierten Wirkmechanismen im Schulunterricht ebenfalls gering (Hidi et al., 2015).

5.3 Forschungsfragen

Untersucht wurde die Wirksamkeit von verschiedenen Interessentriggern auf das situationale Interesse von Lernenden im Chemieunterricht. Die Fokussierung auf das situationale Interesse liegt begründet in dem Vier-Phasen-Modell (s. Kap. 5.2.3), welches situationales Interesse an den Beginn der Interessenentwicklung stellt (Hidi & Renninger, 2006). Der hier verwendete qualitative Ansatz geht mit einem stark explorativen Studiendesign einher, da – wie oben ausgeführt – sehr wenig über die differenzielle Wirkung von Interessentriggern in konkreten Unterrichtssituationen bekannt ist. Um ein detaillierteres Bild zu erlangen, wurde der Unterricht in verschiedene funktionale Phasen eingeteilt. Die Betrachtung auf dieser Mikroebene ermöglicht eine neue Sichtweise auf die Gestaltungsmöglichkeiten von interesselördernden Unterrichtsphasen. Dabei wurden folgende Forschungsfragen adressiert:

FF1 Welche Unterschiede im situationalen Interesse lassen sich zwischen verschiedenen Unterrichtphasen finden?

Es wird erwartet, dass sich Phasen finden, in denen das Interesse extrem hoch bzw. niedrig ausgeprägt ist. Generell ist die Forschungsfrage eher deskriptiv und als Bedingung für die Bearbeitung der folgenden Forschungsfragen zu verstehen.

FF2 Was unterscheidet Unterrichtphasen, die extreme Interessenmittelwerte aufweisen, von anderen Unterrichtphasen?

Phasen mit extremen situationalen Interessenwerten sprechen für eine sehr günstige bzw. ungünstige Gestaltung hinsichtlich des Einsatzes möglicher Trigger. Daher wird davon ausgegangen, dass in Phasen mit sehr niedrigen Interessenwerten keine oder eine ungünstige Kombination von Interessentriggern eingesetzt wird, während das Gegenteil in Phasen mit hohen Interessenwerten der Fall sein wird. Es wird erwartet, dass Phasen mit Hands-on Aktivitäten (im Chemieunterricht meistens Experimentierphasen) hohes situationales Interesse aufweisen (Logan & Skamp, 2013; Sheldrake et al., 2017; Shirazi, 2017). Gleichzeitig ist unsere These, dass nicht alle Hands-on Aktivitäten ein Interessenmaximum aufweisen (Holstermann et al. 2010). Darüber hinaus erwarten wir, dass Phasen, in denen viel Textarbeit geleistet werden muss, niedrige Werte von situationalem Interesse aufweisen (Logan & Skamp, 2013). Übergreifend wird angenommen, dass die Phasen, in denen Interessentrigger gemäß der Darstellung im Anhang (B1) eingesetzt werden, eher höhere Interessenwerte aufweisen als Phasen, in denen diese Trigger nicht auftreten.

FF3 Finden sich unterschiedliche Effekte der identifizierten Trigger für das situationale Interesse von Lernenden mit niedrigem, mittlerem und hohem situationalem Interessenmittelwert?

Für diese Forschungsfrage wurden die Lernenden entsprechend ihrem Mittelwert des situationalen Interesses in drei Gruppen (niedrig-, mittel- und hochinteressiert) eingeteilt, um die Wirksamkeit von Interessentriggern in Abhängigkeit von Lernercharakteristika zu untersuchen. Bei Betrachtung der gruppierten Interessenverläufe ist der erwartete „Normalzustand“, dass alle drei Gruppen in einer gleichbleibenden Rangfolge, gestaffelt nach dem mittleren Interesse, parallel verlaufen. Davon abweichende Phasen sind Phasen, in denen das situationale Interesse extrem weit auseinandergeht bzw. in denen das Interesse von allen drei Gruppen ungefähr gleich ist. Für die gruppierte Analyse der Interessenwerte wird angenommen, dass besonders die kognitive Aktivierung sowie der fachliche Fokus relevant werden, denn „ein nicht über- oder unterforderndes Anforderungsniveau ist wichtig, damit Lernende die Gelegenheit erhalten, kognitiv aktiviert zu sein“ (Steffensky & Neuhaus, 2018, S. 305). Davon ausgehend, dass hochinteressierte Lernende auch häufig höhere Leistung erbringen (Höft & Bernholt, 2019a), ist diese Annahme also plausibel: Lernende mit höherem Fachwissen kön-

nen weniger schnell überfordert sein und daher einen stärkeren fachlichen Fokus als angenehm empfinden, da er eher ihrem Leistungsniveau und somit einem ihrer Grundbedürfnisse der SDT entspricht und vice versa (Ryan & Deci, 2004). Ein starker fachlicher Fokus bzw. ein hohes Anforderungsniveau können entsprechend bei leistungsschwächeren Lernenden mit einer Überforderung einhergehen (wenn nicht unterstützende oder strukturierende Maßnahmen begleitend ergriffen werden) und so das Potenzial für eine kognitive Aktivierung für diese Lernenden reduzieren (Steffensky & Neuhaus, 2018). Ein probates Mittel, um den fachlichen Fokus zu reduzieren, ist das Diskutieren von Alltagsphänomenen auf rein phänomenologischer Ebene. In diesen Phasen wird ein verhältnismäßig hohes situationales Interesse für niedriginteressierte Lernende erwartet.

5.4 Methodisches Vorgehen

5.4.1 Studiendesign

Die Studie wurde in neun Klassen der achten Jahrgangsstufe durchgeführt, sodass sich eine Gesamtstichprobe von $N = 232$ Lernenden ergibt. Die neun Klassen verteilen sich auf fünf Gymnasien in Schleswig-Holstein. Die Erhebungen erfolgten parallel, sodass in allen Klassen ähnliche Fachinhalte behandelt wurden (entweder der Abschluss der Einheit „Redoxreaktionen“ oder die Einführung in das Thema „Salze“). Für die Gestaltung der Unterrichtsstunden wurden keine weiteren Vorgaben gemacht.

Es wurden Unterrichtsbeobachtungen in jeder Klasse über mehrere Schulstunden durchgeführt. Während der Hospitationen wurde nach funktionalen Phasen (z.B. nach einem Einstieg oder nach einem Experiment) auf ein Zeichen der Lehrkraft an die Lernenden das situationale Interesse der Lernenden erhoben (s. unten). Die Einteilung der Phasen wurde vor der Unterrichtsstunde mit der hospitierenden Person abgesprochen. Parallel wurde von der hospitierenden Person der Stundenverlauf einschließlich aller verwendeten Materialien, Tafelbilder etc. dokumentiert. Die Hospitationen wurden alle von der gleichen Person durchgeführt, welche im Sinne einer offenen, nicht-teilnehmenden Beobachtung während des Unterrichtsgeschehens anwesend war (Mayring, 2015). Die Schulung der Person erfolgte durch das Dokumentieren von Unterrichtsvideos. Es hat nur eine Person während der Unterrichtsstunden den Verlauf protokolliert, um den Unterricht möglichst wenig zu stören. Abzüglich vier aus methodischen Gründen ausgeschlossenen Terminen ergeben sich 66 beobachtete Unterrichtsphasen und die dazugehörigen Interessenratings der Lernenden.

5.4.2 Erhebungsinstrumente

Das situationale Interesse der Lernenden wurde mithilfe eines Items unter Verwendung von Tablets erfasst („Wie interessant fandest du den vorangegangenen Unterrichtsabschnitt?“), welches von den Lernenden auf einer vierstufigen Likert-Skala geratet werden sollte (von 1 = uninteressant bis 4 = sehr interessant). Neben zeitökonomischen Gründen und dem Ziel, nur minimalinvasiv in den Unterricht einzugreifen, bietet diese Methode den Vorteil, dass kurzweilige Fluktuationen im situationalen Interesse erfasst werden können (adaptiert nach Palmer, 2009).

Darüber hinaus erfolgte die Protokollierung des Unterrichts mithilfe eines klassischen Verlaufsplans, in dem das unterrichtliche Verhalten der Lehrkraft und der Lernenden, die Sozialform, die verwendeten Medien/Materialien und die Zeit erfasst wurden.¹⁵ Die möglichen Ausprägungen der Sozialformen sind an Meyer (2005) angelehnt und in dem Verlaufsplan im Anhang (B4) dokumentiert. Anhand dieser Verlaufspläne konnten die verschiedenen Phasen geordnet werden. Dafür wurden klassische Unterrichtsphasen wie Einstiegs-, Problematisierungs-, Erarbeitungs- und Sicherungsphasen gemäß des vereinfachten Schemas von Petersen et al. (2011) genutzt.¹⁶ Um der besonderen Rolle des Experiments im Chemieunterricht Rechnung zu tragen, wurde die Erarbeitungsphase in eine theoretische und eine praktische separiert. In einigen Fällen sind aus organisatorischen Gründen in einem Abstimmungszeitraum mehrere verschiedene Unterrichtsphasen unterrichtet worden. Wenn nicht durch zeitliche Gewichtung etc. eindeutig zu bestimmen war, welche Unterrichtsphase fokussiert wurde, wurde eine Kombination aus den Unterrichtsphasen codiert (z.B. praktische Erarbeitung + Sicherung).

5.4.3 Datenauswertung

Obwohl sich die Konzeptionierung der vorliegenden Studie an den oben aufgeführten Forschungsfragen orientiert, folgt sie mit Blick auf die praxisnahe Datenerfassung einem explorativen Design. Daher sind die im Zuge der Auswertung getroffenen Aussagen als Hypothesen zu verstehen, die erste Ansätze für die Beantwortung der Forschungsfragen liefern, jedoch nicht dem Anspruch statistisch abgesicherter Kausalannahmen gerecht werden können.

5.4.3.1 Analyse der gemittelten Interessenverläufe

Zunächst wurden gemittelte Verläufe des situationalen Interesses je Klasse und Termin (vgl. Abb. 4) erstellt (FF1). Im nächsten Schritt wurden Maxima und Minima im Verlauf des

¹⁵ Ein Beispiel für einen solchen Verlaufsplan ist im Anhang (B4) zu finden.

¹⁶ Das Kategoriensystem zur Abgrenzung der Unterrichtsphasen befindet sich im Anhang (B2).

mittleren Interesses aller Lernenden einer Klasse identifiziert (FF2, pro Phase ein großer Punkt in Abb. 4). Dazu wurden ein Klassenmittelwert des situationalen Interesses und dessen Standardabweichung berechnet, um unterschiedlichen Grundausprägungen und Variabilitäten auf Klassenebene Rechnung zu tragen. Zudem wurden jeweils Terminmittelwerte des situationalen Interesses berechnet (rote Linie in Abb. 4), um irreguläre Außenbedingungen (bspw. Klausurtermine in anderen Fächern), die vor oder nach der Hospitationsstunde auftraten, zu berücksichtigen. Mithilfe des jeweiligen Terminmittelwerts (als mittlere Interessenausprägung der Klasse unter Einbezug aller ggf. unbekanntem Einflussfaktoren des Hospitationstages) und der Standardabweichung des Klassenmittelwerts (i.S.d. Variabilität des mittleren Interesses als Klassenmerkmal; blaue Linien in Abb. 4) wurde ein Intervall für jeden Termin bestimmt, das eine Standardabweichung um den Terminmittelwert umfasst. Liegt der Interessenmittelwert einer Phase oberhalb dieses Intervalls, gilt diese Phase als Interessesmaximum (Phase 3 in Abb. 4); liegt sie dagegen unterhalb dieses Intervalls, wird sie als Interessesminimum kategorisiert (Phase 1 in Abb. 4). Der rechte Teil der Abbildung wird im weiteren Verlauf erläutert.

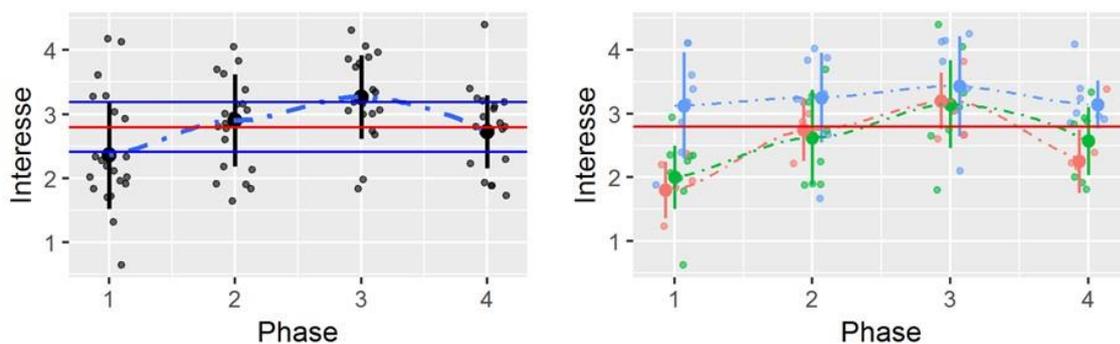


Abbildung 4. Verlauf des situationalen Interesses in der Klasse KOA (Termin 2); die linke Abbildung zeigt den gemittelten Verlauf (hellrote Linie: Terminmittelwert; blaue Linien = Begrenzungen zur Identifikation von Interessesmaxima und -minima) und die rechte Abbildung den Interessesverlauf für die drei verschiedenen Gruppen (blau = hochinteressiert, grün = mittelinteressiert und rot = niedriginteressiert)

5.4.3.2 Analyse der gruppierten Interessesverläufe

Um die dritte Forschungsfrage zu beantworten, erfolgte im nächsten Schritt eine Einteilung der Lernenden in verschiedene Gruppen: Auf Grundlage des erhobenen situationalen Interesses wurde pro Lernenden ein Mittelwert über alle Unterrichtsstunden und -phasen bestimmt. Mithilfe dessen wurden die Lernenden in drei verschiedene Gruppen aufgeteilt: niedriginteressierte Lernende ($M(\text{Int}) < 2,5$; $n = 51$ Lernende), mittelinteressierte Lernende ($2,5 \leq M(\text{Int}) \leq 3$, $n = 117$ Lernende) und hochinteressierte Lernende ($M > 3$, $n = 64$ Lernende).

Um Phasen zu identifizieren, in denen das Interesse entweder konvergiert oder divergiert, wurden die durchschnittlichen Differenzen zwischen den unterschiedlichen Gruppenmittelwerten auf Klassen- und Terminbasis festgelegt. Hierbei folgt die Berechnung der gleichen Logik wie bei der Identifikation der Interessesminima und -maxima: Der Klassenmittelwert

wurde gewählt, um eine von Klasse zu Klasse unterschiedliche Grundausrüstung zu berücksichtigen. Die Einbeziehung der durchschnittlichen Differenz am Hospitationstag stellt sicher, dass besondere Gegebenheiten dieses Tages wie Klausuren etc. berücksichtigt werden können. Die berechneten Gruppendifferenzen wurden in Tab. 10 zusammengefasst.

Tabelle 10. Berechnete Gruppendifferenzen zur Kategorisierung von Unterrichtsphasen

Differenz	Berechnung
Δ_{hm}	$M(\text{hochinteressiert}) - M(\text{mittelinteressiert})$
Δ_{hn}	$M(\text{hochinteressiert}) - M(\text{niedriginteressiert})$
Δ_{mn}	$M(\text{mittelinteressiert}) - M(\text{niedriginteressiert})$

Mithilfe des Klassenmittelwertes wurde die Standardabweichung bestimmt, auf welcher das festgelegte Intervall beruht, um Variabilitäten zwischen Klassen angemessen zu berücksichtigen. Die Standardabweichung des Klassenmittelwertes wurde genutzt, um ein Intervall festzulegen, in dem typische Gruppendifferenzen liegen, damit die Variabilität zwischen den Klassen berücksichtigt werden kann. Dieses Intervall wurde dann um den jeweiligen Terminmittelwert gelegt, damit Besonderheiten des Hospitationstages ebenfalls berücksichtigt werden können. Schlussendlich wurden die konvergierenden (kon) und die divergierenden Phasen (div) ähnlich wie die Interessenmaxima kategorisiert (s. Gl. 1 und 2).

$$\text{Phase}_{div}: \Delta_x > M(\text{Gruppendifferenz Termin}) + \frac{1}{2} SD_{M(\text{Gruppendifferenz Klasse})} \quad (1)$$

$$\text{Phase}_{kon}: \Delta_x < M(\text{Gruppendifferenz Termin}) - \frac{1}{2} SD_{M(\text{Gruppendifferenz Klasse})} \quad (2)$$

Um als divergierende Phase kategorisiert zu werden, muss die in Gl. 1 aufgestellte Bedingung sowohl für Δ_{hm} als auch für Δ_{mn} zutreffen. Für die Kategorisierung als konvergierende Phase müssen alle Differenzen (Δ_{hm} , Δ_{hn} und Δ_{mn}) die Bedingung Gl. 2 erfüllen.

Darüber hinaus wurde kontrolliert, ob sich die Rangfolge der Gruppen ändert, d.h. ob bspw. die niedriginteressierten Lernenden in bestimmten Phasen interessierter als die mittel- oder hochinteressierten Lernenden sind. Im rechten Teil der Abb. 4 ist ein solcher gruppierter Interessenverlauf abgebildet: Die hochinteressierten Lernenden haben dabei durchgängig einen sehr hohen Interessenmittelwert. Die Rangfolge der Gruppen zwischen der niedrig- und der mittelinteressierten Gruppe wird in Phase 2 und 3 getauscht, wobei der Unterschied zwischen den Gruppen marginal ist (in $\Delta_{\text{Phase 2}} = 0.13$ und $\Delta_{\text{Phase 3}} = 0.06$). Die Phase 2 wird anhand der aufgestellten Kriterien als konvergierende Phase kategorisiert.

Die extrahierten Phasen wurden anschließend bezüglich der Stichprobengröße kontrolliert. Bei einer zu geringen Teilnahme der Lernenden einer Gruppe wurde die betreffende Phase aus weiteren Analysen ausgeschlossen. Dieses traf auf eine Phase zu.

5.4.3.3 Qualitative Inhaltsanalyse

Die verschiedenen extrahierten Phasen wurden inhaltlich anknüpfend an die qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet (Mayring, 2015). Als Kategoriensystem wurde die Literaturrecherche zu möglichen Interessentriggern genutzt, welche in der Theorie bereits vorgestellt wurde (s. Anhang B1). Dieses System wurde induktiv während der Analyse erweitert. Als Auswertungseinheit wurde eine Beschreibung jeder Phase angefertigt, welche auf den erhobenen Verlaufsplänen sowie den erfassten Arbeitsmaterialien beruht. Sie beinhalten neben der Beschreibung auch eine Zuordnung zu einer Unterrichtsphase sowie eine zeitliche Einordnung (z.B. Termin 2, Phase 3 von 8). Diese Einheiten wurden zunächst einzeln analysiert. Um Gemeinsamkeiten und Unterschiede festzulegen, wurden sie anschließend miteinander verglichen. So wurden bspw. alle praktischen Erarbeitungsphasen, welche ein Interessenmaximum bilden, untereinander verglichen, aber auch mit allen praktischen Erarbeitungsphasen, die kein Interessenmaximum vorweisen. Die konvergierenden Phasen, die ebenfalls als Maximum oder Minimum identifiziert wurden, wurden aus weiteren Analysen ausgeschlossen, da sie bereits im vorherigen Schritt berücksichtigt wurden (s. Kap. 5.5.2 bzw. 5.5.3).

5.4.3.4 Gütekriterien

Um die Validität und Reliabilität der Ergebnisse nach den gängigen Gütekriterien für qualitative Forschung sicherzustellen, wurden verschiedene Ansätze gewählt: Die Konstruktvalidität und eine semantische Gültigkeit der Ergebnisse wurde mithilfe von Diskussionen mit Expertinnen und Experten (Wissenschaftler*innen, welche teilweise auch als Lehrkräfte tätig waren) sichergestellt. In der Diskussion wird die Validität der Ergebnisse dargestellt, indem sie mit anderen Forschungsergebnissen als Außenkriterium in Relation gesetzt werden (Mayring, 2015). Darüber hinaus wurde die Reliabilität der Ergebnisse durch den Vergleich inhaltsähnlicher Phasen mit unterschiedlichen Interessenwerten abgesichert (Yilmaz, 2013). Ein Beispiel für einen solchen Vergleich ist der zwischen praktischen Erarbeitungsphasen, die ein Interessenmaximum bilden und den praktischen Erarbeitungsphasen, die kein Interessenmaximum bilden (s. Kap. 5.5.2). Weiterhin wurden die erhobenen Daten (Unterrichtsprotokollierungen und Arbeitsmaterialien) in Kombination mit einem Kategoriensystem (s. Kap. 5.4.2) genutzt, um die Einordnung der Unterrichtsphasen möglichst reliabel vorzunehmen. Durch die Verwendung verschiedener Informationsquellen (Erhebung des situationalen Interesses der Lernenden und Beobachtungsdaten der Unterrichtsstunde) konnten die Daten trianguliert werden. Die ausführliche und transparente Darlegung der Vorgehensweise soll zudem zu einer Geltungsbegründung führen (Flick, 2019).

5.5 Ergebnisse

5.5.1 Deskriptive Darstellung

Mittels des dargestellten Verfahrens konnten von insgesamt 66 beobachteten Phasen 14 als Interessenmaxima und zehn als Interessenminima identifiziert werden. Eine Verteilung auf die verschiedenen inhaltlichen Unterrichtsphasen zeigt die Tab. 11.

Auffällig an dem Vergleich der extrahierten Phasen ist die zunächst relativ große Zahl an konvergierenden Interessenentwicklungen mit insgesamt 19 Phasen. Durch den Ausschluss der Minima und Maxima zeichnen sich diese Phasen vor allem dadurch aus, dass das situationale Interesse der grundsätzlich niedriginteressierten Lernenden vergleichsweise hoch ausgeprägt ist, während die mittel- und hochinteressierten Lernenden vergleichsweise geringe Interessenwerte aufweisen. Dadurch ergibt sich ein Gesamtmittelwert im „neutralen“ Bereich. Die divergierenden Phasen, d.h. diejenigen mit hohen Differenzen zwischen den verschiedenen Gruppenmittelwerten, sind hingegen wenig vertreten.

Tabelle 11. Verteilung der extrahierten Phasen auf die inhaltlichen Unterrichtsphasen; „nicht zugeordnet“ = diese Phasen weisen im Sinne der Auswertung keine besonderen Interessenwerte auf und werden in den weiteren Analysen nicht mehr berücksichtigt

Unterrichtsphase	Maxima	Minima	konvergierend	divergierend	nicht zugeordnet	Gesamt
Einstieg	1	3	3	-	2	9
Problematisierung	-	1	-	1	1	3
Einstieg + Problematisierung	-	1	2	1	-	4
Problematisierung + theoretische Erarbeitung	-	-	-	-	1	1
theoretische Erarbeitung	-	1	3	-	4	8
praktische Erarbeitung	10	1	-	1	1	13
theoretische Erarbeitung + Sicherung	-	1	2	1	1	5
praktische Erarbeitung + Sicherung	1	-	2	-	-	3
Sicherung	2	1	2	1	6	12
Wiederholung	-	-	1	-	2	3
Sicherung + Wiederholung	-	-	1	-	-	1
Transfer/Vertiefung	-	1	2	-	1	4
Gesamt	14	10	18	5	19	66

Die Verteilung der Kategorien Maximum, Minimum, konvergierend und divergierend auf die verschiedenen Unterrichtsphasen ist sehr unterschiedlich: Die Interessenmaxima bestehen zum Großteil aus praktischen Erarbeitungsphasen. In den übrigen Kategorien ist die Tendenz nicht so deutlich. Für die Minima lässt sich feststellen, dass eine Häufung nur bei Einstiegsphasen auftritt. Bei den konvergierenden Phasen scheint es schwieriger, ein systematisches Bild abzuleiten. Auffällig ist, dass nur wenige praktische Erarbeitungsphasen und auch ausschließlich solche, die mit einer Sicherungsphase verknüpft sind, in diese Kategorie

fallen. Generell sind diese Phasen daher eher theoriegeleitet. Dementsprechend sind gehäuft Einstiegsphasen oder theoretische Erarbeitungen als konvergierende Phasen charakterisiert. Für die divergierenden Phasen lässt sich auf der Ebene der Unterrichtsphasen keine Systematik erkennen.

Generell gilt für die drei Interessengruppen: Die Rangfolge der drei Gruppen bleibt annähernd stabil, d.h. die hochinteressierten sind am interessiertesten und die niedriginteressierten am wenigsten interessiert. Insgesamt wechselt diese Folge nur fünf Mal: Vier Mal findet ein Wechsel zwischen mittel- und niedriginteressierten Lernenden statt und einmal zwischen niedriginteressierten und hochinteressierten. Allerdings ist die Differenz zwischen den hoch- und niedriginteressierten Lernenden in dieser Phase sehr klein (-0.08).

5.5.2 Interessenmaxima

Für die Interpretation dieser Kategorie wurden die praktischen Erarbeitungsphasen von den übrigen Phasen separat analysiert, da von den 14 extrahierten Phasen elf als praktische Erarbeitungsphase eingestuft wurden. Für die drei übrigen Phasen soll das Vorgehen exemplarisch erläutert werden. Zunächst wurden die Phasenbeschreibungen (s. Tab. 12) einzeln analysiert. Dabei wurden einige mögliche Trigger in den verschiedenen Unterrichtsphasen identifiziert.

Tabelle 12. Phasenbeschreibungen der Interessenmaxima (unter Ausschluss der praktischen Experimentierphasen); Abkürzungen: GA = Gruppenarbeiten, PA = Partnerarbeit, PSE = Periodensystem der Elemente

Beschreibung	Inhalt
A0E, 1, 3/3, Sicherung	Thema der Stunde: Salze/Aufbau In den vorherigen Unterrichtsphasen wurde in Stationsarbeit/Gruppenarbeit der Aufbau von Salzen aus Ionen erarbeitet. In dieser Phase wurden die Ergebnisse spielerisch im Plenum gesichert: Die Lehrkraft gibt ein Element vor; durch Meldungen sollen die Lernenden anzeigen, ob sich ein Kation oder ein Anion bildet (rechte Hand) und wie viele Elektronen abgegeben bzw. aufgenommen werden (linke Hand). Alle Lernenden sollen sich dabei zeitgleich melden.
C0F, 1, 1/2, Einstieg	Thema der Stunde: Atombau/Bindungstypen (Salz, Metall, kovalent) Die Lehrkraft fordert die Lernenden auf, in Partnerarbeit an einem Kahoot-Quiz teilzunehmen. Das Thema ist „Atombau und Periodensystem“, welches zuvor bereits im Unterricht behandelt wurde. Den Lernenden ist die Methode vertraut und sie nehmen routiniert an dem Quiz teil. Die Lehrkraft fragt nach der Durchführung, ob bei den Lernenden noch Unklarheiten bestehen und stellt fest, dass die meisten Fragen richtig beantwortet wurden.
C0F, 2, 4/4, Sicherung	Thema der Stunde: Bindungstypen (Salz, Metall, kovalent) Zuvor haben die Lernenden ein Gruppenpuzzle durchgeführt, welches die verschiedenen Bindungstypen beinhaltet. Nach der Sicherung gibt die Lehrkraft den Lernenden vorbereitete „Dominospiele“, welche aus Sechsecken bestehen und auf deren Seiten Fachinhalte zum Thema „Bindungen“ sowie bisherige Fachinhalte näher beschrieben sind. Diese müssen die Lernenden in Partnerarbeit ordnen und erstellen in diesem Zusammenhang ein Wirkungsgefüge, in das sie die neu gewonnenen Erkenntnisse einflechten können. Die Lehrkraft unterstützt während dieser Phase bei Bedarf die einzelnen Gruppen.

Im Anschluss wurden die drei Phasen bezüglich ihrer möglichen Trigger verglichen. Dabei zeigte sich ein erheblicher Überlapp: Alle Phasen enthalten Elemente einer Sicherung, fanden nonverbal und spielerisch statt, weisen einen hohen Grad an Schüleraktivität auf, zielen auf eine hohe kognitive Aktivierung ab und enthalten Ansätze formativen Assessments: Die Lehrkraft erhebt den Lernstand der ganzen Klasse und hat dadurch die Möglichkeit, auf Basis der Ergebnisse den Unterrichtsgang zu adaptieren. Die Lernenden stehen nicht individuell im Fokus, wodurch Leistungsdruck allenfalls implizit vorliegt. Sie haben die Möglichkeit, die eigenen Stärken und Schwächen im Vergleich zu ihrer Klasse und im Vergleich zum implizit von der Lehrkraft kommunizierten Soll-Lernstand einzuschätzen, was zu einem erhöhten Kompetenzerleben gemäß der SDT führen könnte (Ryan & Deci, 2004).

Die übrigen praktischen Erarbeitungsphasen wurden ebenfalls nach dem obigen Vorgehen zusammengefasst und analysiert (für eine detaillierte Zusammenfassung s. Anhang B3). Hier zeigte sich, dass alle Phasen klassische Chemieexperimente darstellen. Beispiele hierfür sind Flammfärbungsexperimente oder das Messen der Temperatur während des Lösevorgangs von Salzen in Wasser. Dabei sorgen sowohl Experimente, die nach einer vorgegebenen Anleitung durchgeführt werden, als auch Experimente, bei denen die Fragestellung eigenständig formuliert und im Anschluss die Durchführung selbst geplant wird, oder Demonstrationsexperimente gleichermaßen für Interessenmaxima. Das Experimentieren nach vorgegebener Anleitung ist allerdings mit einer Quote von 14 der 16 durchgeführten Experimente (88 %) deutlich am häufigsten vertreten.

Um zu differenzierteren Erkenntnissen zu gelangen, wurden diese praktischen Erarbeitungsphasen (16 Phasen) mit jenen praktischen Erarbeitungsphasen kontrastiert, die kein Interessenmaximum (fünf Phasen) bilden. Hierbei deutete sich an, dass das Maß an Einbettung des Experiments in den Unterricht eine wichtige Rolle bei der Förderung von situationalem Interesse spielen könnte. So resultierte bei der Untersuchung von Salz mithilfe einer Stereolupe eine konvergierende Interessenentwicklung, als das Experiment ohne Formulierung einer Fragestellung und Protokollierung als reiner Einstieg genutzt wurde. Wurde das gleiche Experiment in einer anderen Klasse als Erarbeitungsphase eingesetzt, in der verschiedene Kochsalzsorten kontrastiert werden sollten, durch eine Fragestellung initiiert und protokolliert bzw. die Kristalle gezeichnet, führte es zu einem Interessenmaximum. Im letzteren Fall erfolgte die Auseinandersetzung mit dem Fachinhalt und der Durchführung des Experiments deutlich intensiver. Dadurch könnte das Experiment im Kontext des Unterrichts einen höheren Stellenwert bekommen. Darüber hinaus ist die Aktivierung sowohl im physischen als auch die intendierte Auseinandersetzung im kognitiven Bereich im letzteren Fall höher.

5.5.3 Interessenminima

Insgesamt wurden zehn Phasen als Interessenminima identifiziert (s. Anhang B3). Auffällig ist zunächst die zeitliche Lage dieser Phasen: Fünf Phasen sind am Anfang, vier Phasen am Ende der Unterrichtsstunde. Außerdem zeigt sich ein Kontrast zwischen den Interessenminima und den vorherigen Phasen bzw. Pausen: Während die Pause von den Lernenden wahrscheinlich per se als interessanter wahrgenommen wurde, ist auch bemerkenswert, dass bei vielen der übrigen Phasen vorher ein Experiment etc. durchgeführt wurde, welches jeweils ein Interessenmaximum bildet. So werden in den vorliegenden Phasen die Experimente häufig ausgewertet bzw. gesichert. Gleichzeitig kann die Aktivität der Lernenden hier eingeschränkt sein. Es muss sich nicht jeder beteiligen, wie es bspw. bei den Interessenmaxima der Fall ist, da die Sicherung im Klassengespräch erfolgte. Die Anreize zur kognitiven Aktivierung könnten also deutlich geringer sein. Außerdem findet in diesen Phasen viel Schreibearbeit (z.B. Übernehmen von Tafelbildern oder das Erstellen von Merksätzen) statt. Inhaltlich gibt es in diesen Phasen wenige bis keine Anknüpfungspunkte an die Alltagserfahrungen der Lernenden.

Die vier Einstiegsphasen eint, dass sie mit dem Wiederholen der letzten Unterrichtsstunde oder dem Vorlesen der Hausaufgabe einhergehen. Letzteres schließt diejenigen Lernenden per se aus, die die Hausaufgabe nicht erledigt haben. Außerdem beteiligte sich in diesen Phasen nur wenige Lernende verbal, während der Großteil der Klasse eine eher passive Rolle einnehmen kann.

5.5.4 Divergierende Interessenentwicklung

Im Folgenden sollen die fünf Phasen, in denen die Interessenentwicklung der drei verschiedenen Gruppen stark auseinandergeht, analysiert werden (s. Anhang B3). Inhaltlich bedeutet eine divergierende Entwicklung, dass die hochinteressierten Lernenden sehr hoch interessiert sind, während das situationale Interesse der niedriginteressierten Lernenden stark abfällt.

Auch wenn sich aufgrund der Verteilung in Tab. 11 keine offensichtliche Systematik ableiten lässt, gibt es einige inhaltliche Gemeinsamkeiten. Zunächst gibt es wenige Bezüge zum Alltag der Lernenden. Die beiden Sicherungsphasen finden nach einem Experiment statt. In diesen Phasen ist entweder die Auswertung inkludiert (Kombination mit theoretischer Erarbeitungsphase) oder sie soll gesichert werden. Die Experimente, die ausgewertet werden sollen, sind in der Durchführung simpel (z.B. Flammenfärbung), aber in der inhaltlichen Auswertung sehr anspruchsvoll. Der hohe inhaltliche Anspruch zieht sich durch die übrigen Phasen mit divergierender Interessenentwicklung.

5.5.5 Konvergierende Interessenentwicklung

Den überwiegenden Anteil der identifizierten Extremphasen machen die Phasen mit konvergierender Interessenentwicklung aus (s. Anhang B3). Hier ist das situationale Interesse der niedriginteressierten Lernenden vergleichsweise hoch, während das der hochinteressierten niedrig ist (wenn auch nicht geringer als das der niedriginteressierten).

Auch in dieser Kategorie finden sich relativ viele Einstiegsphasen. Vergleicht man diese mit den Einstiegsphasen der Interessenminima, fällt auf, dass hier keine Wiederholungen der vergangenen Unterrichtsstunde oder der Vergleich von Hausaufgaben anstehen. Wenn in diesen Einstiegsphasen wiederholt wird, geht es eher um eine Wiederholung der gesamten bisherigen Unterrichtseinheit, bspw. mithilfe der Think-Pair-Share-Methode. Die übrigen Einstiege suchen Anknüpfungspunkte an die Alltagserfahrungen der Lernenden oder nutzen reduzierte Darstellungen von chemischen Fachinhalten (z.B. die Ionenbildung illustriert durch ein Comic). Für diese Einstiege ist wenig Vorwissen notwendig. So könnten alle Lernende unabhängig ihres Wissenstandes etwas beitragen. Gleichzeitig ist der Fokus auf die Fachinhalte gering oder reduziert.

Betrachtet man die theoriegeleiteten Phasen, d.h. theoretische Erarbeitungen, Sicherungen, Wiederholungen und Transfer- bzw. Vertiefungsphasen, macht es den Eindruck, dass sich der fachliche Fokus erhöht. Gemeinsam haben diese Phasen, dass die Aufgabenstellungen sehr deutlich kommuniziert werden und fast ausschließlich deklaratives Wissen fordern. Teilweise werden die Komplexität und der fachliche Anspruch von der Lehrkraft bewusst durch das Einsetzen von gestuften Hilfen oder Mentoring-Pärchen reduziert. Auch in den Sicherungsphasen wird die Präsenz der Lehrkraft und der ggf. damit einhergehende Leistungsdruck reduziert: Von der Think-Pair-Share-Methode bis zum Fördern von Diskussionen innerhalb der Lerngruppe mit völligem Rückzug der Lehrkraft prägt die Methodenwahl diese Unterrichtsphase.

Die beiden durchgeführten praktischen Erarbeitungsphasen fallen nicht in die oben beschriebene Kategorie der „klassischen Experimentierphasen“. Zum einen sollte Kochsalz mithilfe einer Lupe betrachtet und beschrieben werden. Dabei wurde weder ein Protokoll angefertigt noch eine Fragestellung formuliert (s.o.). Die andere Phase war ein Modellexperiment, in dem die Ladung und Anziehung von Ionen im festen und im gelösten Zustand durch Luftballons demonstriert werden sollten. Dieses Experiment hat bei Betrachtung der Durchführung und verwendeten Materialien keinen so starken fachlichen Fokus wie andere Chemieexperimente und ist in der Durchführung sehr simpel. Generell lassen sich die konvergierenden Phasen daher durch einen eher geringen fachlichen Anspruch und hohe Hilfestellung durch die Lehrkraft charakterisieren.

5.5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Um die Ergebnisse stärker zu kondensieren, wurden sie in Tab. 13 ausgehend von den Unterrichtsphasen in die Interessengruppen unterteilt, sodass sich ablesen lässt, in welchen Unterrichtsphasen welche Trigger für welche Interessengruppen relevant sind.

Table 13. Zusammenfassende Ergebnisdarstellung; die Gruppeneinteilung folgt dabei dem eingangs vorgestellten Vorgehen

Unterrichtsphase	Lernende	Unterrichtsmerkmale	
		Interessefördernd	Interessehemmend
Einstieg	Alle	Wiederholungen der Unterrichtseinheit bzw. der relevanten Fachinhalte	Kurze Wiederholungen der letzten Stunde Möglichkeiten zur Passivität der Lernenden Geringe intendierte kognitive Aktivierung
	Niedriginteressierte/ Mittelinteressierte	Alltagsbezüge oder Nutzen von Impulsen wie Bilder, Comics, Werbespots ... Wenig benötigtes Vorwissen Vergleich von Hausaufgaben	Starker fachlicher Fokus
	Hochinteressierte	–	Geringer fachlicher Fokus bzw. starke Kontextualisierung
Theoretische Erarbeitung	Alle	–	Viel Schreibearbeit
	Niedriginteressierte/ Mittelinteressierte	Nutzen von deklarativem Wissen Verringerte Präsenz bzw. Lenkung der Lehrkraft Verstärkte Hilfestellung durch die Lehrkraft	Möglichkeiten zur Passivität der Lernenden
	Hochinteressierte	Starker fachlicher Fokus Hoher inhaltlicher Anspruch der zu bearbeitenden Themen und Aufgaben	–
Praktische Erarbeitung	Alle	Klassische Chemieexperimente (impliziert Experimente nach vorgegebener Anleitung, selbstgeplante Experimente und Demonstrationsexperimente)	–
	Niedriginteressierte/ Mittelinteressierte	Jede Art des Experimentierens	–
	Hochinteressierte	Hoher Stellenwert bzw. Einbettung des Experiments im Unterricht	Kein „sinnstiftendes Experimentieren“ (den Lernenden ist Fragestellung und Einordnung des Fachinhalts in die Unterrichtseinheit nicht bewusst) Abweichungen vom klassischen Experiment (z.B. Modellexperiment)
Sicherung	Alle	Unterbrechung des typischen Musters hin zu spielerischen und aktiven Sicherungsphasen Feedback (formatives Assessment)	Gleichbleibendes Muster: Zusammenfassung der Aufgabe – Nennen von Lösungen – Erklären, warum welche Lösung richtig ist Viel Schreibearbeit
	Niedriginteressierte/ Mittelinteressierte	–	Möglichkeiten zur Passivität der Lernenden Sicherung nach einer Phase mit hohem inhaltlichen Anspruch
	Hochinteressierte	Sicherung nach einer Phase mit hohem inhaltlichen Anspruch	Verringerte Präsenz bzw. Lenkung durch die Lehrkraft

5.6 Diskussion

Im vorliegenden Beitrag sollten die Entwicklung des situationalen Interesses von Lernenden im Chemieunterricht sowie mögliche Einflussfaktoren untersucht werden. Auf Grundlage der Beobachtungsdaten sollten Hypothesen zur Wirkung der Unterrichtsgestaltung auf das situationale Interesse der Lernenden aufgestellt werden. Zusammengefasst konnte gezeigt werden, dass das Gelingen der Förderung von situationalem Interesse sowohl von Situations- als auch von Personenmerkmalen abhängt, da letztere bestimmen, ob und wie erstere perzipiert werden. Durch die Strukturierung in Unterrichtsphasen konnten erste Indizien dafür herausarbeitet werden, dass die Anwendung einiger in der Literatur berichteter Trigger stark auf bestimmte Unterrichtsphasen beschränkt ist.

5.6.1 Gemittelte Verläufe

Bei Betrachtung der gemittelten Verläufe zeigen sich jene Trigger, die bei allen Lernenden zu einem erhöhten oder niedrigen situationalen Interesse führen. Die zwei Hauptfaktoren, die zu einem hohen situationalen Interesse bei allen Lernenden beigetragen haben, sind praktische Erarbeitungs- oder Sicherungsphasen mit integriertem formativen Assessment. Für erstere gilt, dass annähernd alle zu einem Maximum führen. Ausgenommen davon sind in dieser Studie ein Modellexperiment, ein Experiment mit hohem Anteil an eigener Planung sowie zwei Experimente, die kaum in den Unterrichtsverlauf eingebettet wurden. Dieses Ergebnis kann ein Indiz dafür sein, dass im Chemieunterricht nicht so stark zwischen verschiedenen Experimenten bezüglich der Wirkung auf das situationale Interesse differenziert werden muss wie bei Hands-on Aktivitäten im Biologieunterricht (Holstermann et al., 2010). Auch die Differenzierung der Experimente zwischen einer eher rezeptartigen Durchführung und der selbständigen Planung sowie Durchführung liefern keine Hinweise auf systematische Unterschiede bei Betrachtung der gemittelten Interessenverläufe. Empirisch gestützt wird diese Hypothese durch die in der Studie von Dierks et al. (2016) und Höft et al. (2019) gefundene hohe Korrelation zwischen den Interessen von Lernenden an beiden Experiment-Typen. Die Ergebnisse könnten jedoch einen Hinweis darauf geben, dass eher die Einbettung und ein „sinnstiftendes“ Experimentieren wichtig sind. Für die verschiedenen Interessengruppen zeigt sich, dass mit steigendem Interesse auch der Anspruch an die durchgeführten Experimente steigt: Für niedrig-interessierte Lernende führten mit einer Ausnahme alle praktischen Erarbeitungsphasen zu einem höheren situationalen Interesse. In der Experimentierphase mit divergierender Interessenentwicklung ist der Anteil an selbständiger Planung und Hypothesenbildung deutlich höher als in den übrigen Experimentierphasen. Es ist auffällig, dass gerade diese Phase wenig situationales Interesse bei niedriginteressierten Lernern hervorrufen kann.

Die Experimentierphasen mit konvergierender Interessenentwicklung hingegen sind ein Modellexperiment und ein kaum in den Unterrichtsverlauf eingebettetes Experiment (s. Kap. 5.5.5). Die Experimente zeichnen sich dadurch aus, dass sie sehr einfach in der Durchführung sind oder nur zur Verdeutlichung von bereits gelernten Fachinhalten oder zum Einstieg ohne tiefergehende Fragestellung dienen. Daher kann hier wieder ein Indiz dafür abgeleitet werden, dass die Passung zwischen Lernenden und Unterricht bzw. Experiment stimmen muss, um situationales Interesse hervorzurufen.

Die positive Wirkung von allgemeinem Feedback auf das Interesse von Lernenden wurde bereits untersucht (Hattie & Timperley, 2007). In der vorliegenden Studie zeigt sich, dass dieses Ergebnis noch weiter spezifiziert werden kann: Formatives Assessment, welches die (informelle) Lernstandserhebung, Feedback an den Lernenden und die daraus resultierende Adaptierbarkeit des weiteren Unterrichts an die Ergebnisse meint (Popham, 2008), wird hier wiederholt als Trigger identifiziert. Weiterhin ist für diese Phasen auffällig, dass die drei Grundbedürfnisse nach der SDT für alle Lernenden erfüllt werden: Die Lernenden können autonom über den Grad der Schwierigkeit, die Sozialform oder den Grad der Aktivität bestimmen, können sich durch die Sicherung des zuvor Gelernten kompetent erleben und werden durch die Integration in den Klassenverbund oder die Sozialform sozial eingebunden (Ryan & Deci, 2004).

Interessehemmend wirken Faktoren, die Möglichkeiten zur Passivität bieten und in denen vermehrt Schreiarbeit stattfindet. Letzteres wurde auch von Logan und Skamp (2013) als interessehemmend identifiziert. Die Passivität der Lernenden steht im Einklang mit anderen Forschungsergebnissen, in denen eine physische und/oder kognitive Aktivität der Lernenden als essentieller Faktor für das Gelingen einer Unterrichtsstunde angesehen wird (Kunter & Voss, 2013). Betrachtet man kognitive Aktivierung als eine Bedingung für erfolgreiches Lernen (Bransford et al., 2000), so ist dies aus einer konstruktivistischen Perspektive ein Indikator dafür, dass Lernen als solches einen Trigger für situationales Interesse darstellt. Einen ähnlichen Ansatz zeigen Rotgans und Schmidt (2014): Die Autoren konnten ein erhöhtes situationales Interesse bei Lernenden beobachten, während diese ein Problem bearbeiteten. Das höchste beobachtete situationale Interesse trat bei den Lernenden auf, denen zeitgleich bewusst war, dass ihnen ein bestimmtes Wissen zum Lösen des Problems fehlte. Sobald dieses Wissen jedoch generiert wurde und das Problem dadurch zu lösen war, sank das situationale Interesse der Lernenden. Die Autoren fassten diese Beobachtung unter der *knowledge-deprivation-hypothesis* zusammen.

5.6.2 Berücksichtigung von Personenmerkmalen

Unter Berücksichtigung des mittleren situationalen Interesses ergibt sich ein differenzierteres Bild für die Wirksamkeit der Interessentrigger. Hier wurden Phasen analysiert, welche entweder eine divergierende oder eine konvergierende Interessenentwicklung aufwiesen. Für die divergierenden Phasen ist auffällig, dass die Aufgaben eher in den Anforderungsbereichen II und III (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 2019) verordnet sind. Der Schwerpunkt liegt demnach auf der Übertragung bekannter Fachinhalte auf neue Sachverhalte sowie der Reflexion und selbstständigen Erarbeitung neuer Fachinhalte. Konkrete Beispiele für Phasen mit divergierender Interessenentwicklung aus diesen Anforderungsbereichen sind u.a. die selbstständige Planung eines Experiments oder die Erklärung eines selbst erarbeiteten Lerninhalts (in diesem Fall der Spektralanalyse). Der Aufgabenschwerpunkt für die konvergierende Interessenentwicklung liegt eher im Anforderungsbereich I (Reproduktion). Beispielhaft können hier die Beschreibung von Salzkristallen, die Wiederholung des Aufbaus von Salzen oder auch die Beschreibung eines Cartoons zur Ionenbindung genannt werden. Diese Kategorisierung deutet daraufhin, dass der Anspruch der Aufgaben mit divergierender Interessenentwicklung relativ hoch ist, während für die konvergierende Interessenentwicklung das Gegenteil der Fall ist.

In den beobachteten konvergierenden Unterrichtsphasen wurde wenig bis gar kein Vorwissen benötigt (Einstiege) oder eher deklaratives Wissen (theoretische Erarbeitungen, z.B. das Zeichnen eines Kugelwolkenmodells oder das Nennen von auswendig gelernten Fakten) genutzt. Folgt man hier den nachgewiesenen hohen Korrelationen zwischen Interesse und Konzeptverständnis (Höft et al., 2019), bietet erneut die SDT einen Erklärungsansatz: Während in den divergierenden Phasen die Hochinteressierten optimal gefordert werden und ein hohes Kompetenzerleben getriggert wird, könnten die Niedriginteressierten überfordert sein. In den konvergierenden Phasen hingegen könnten die Hochinteressierten unterfordert sein und die Niedriginteressierten auf einem adäquaten Niveau gefordert, wodurch diese ein Kompetenzerleben erfahren. Die Legitimität der vorgenommenen ad hoc-Verknüpfung zwischen Interesse und Konzeptverständnis wird auch von Befunden bezüglich des generellen Interesses an Hands-on Aktivitäten gestärkt: Höft et al. (2019) konnten zeigen, dass die Korrelation hier besonders schwach ist.

Für den Einsatz von Alltagskontexten wurden ebenfalls differenzierte Effekte gefunden. Studien haben bisher häufig für Alltagskontexte eine interessefördernde Wirkung postuliert (Logan & Skamp, 2013; Loukomies et al., 2013; Sheldrake et al., 2017). Differenzierte Analysen legen allerdings nahe, dass dieses Postulat zu stark vereinfacht (Habig et al., 2018). Auch hier zeigte sich, dass Alltagskontexte besonders für niedriginteressierte

Lernende ein wirkungsvoller Trigger sind. Gründe für die verminderte Wirkung bei Hochinteressierten könnten in dem verschobenen Fokus vom Fachlichen zum Alltäglichen oder in der Qualität der Umsetzung liegen. Die Gründe für die (interessefördernde) Wirkung von kontextualisiertem Unterricht sind demnach zu wenig untersucht, um genaue Aussagen treffen zu können.

Zusammenfassend kann der Einsatz eines bestimmten Triggers für einige Lernende also förderlich sein, während andere Lernende nicht erreicht werden. Durik et al. (2015) fassten dieses Phänomen mit dem Titel „One Size Fits Some“ treffend zusammen: Für einen interessefördernden Unterricht müssen verschiedene Interessentrigger eingesetzt werden, um möglichst viele Lernende zu erreichen.

5.7 Ausblick, Implikationen und Limitation

Im Rahmen dieser Studie wurde explorativ vorgegangen, daher sind die hier präsentierten Ergebnisse als Indizien zu verstehen und nicht als empirische Evidenz. Als methodische Limitation ist festzuhalten, dass die Studie durch das gewählte Beobachtungsverfahren eingeschränkt ist. Detailliertere Erkenntnisse könnten z.B. durch die Videographie und anschließende Unterrichtsanalyse gewonnen werden. Bei diesem Verfahren böte sich auch die Möglichkeit, dass mehrere Rater/innen die Unterrichtsstunde beobachten, sodass die Reliabilität der Ergebnisse durch Bestimmung der Beobachterübereinstimmung besser abgesichert werden kann. Es wurde im Kontext dieser nicht-teilnehmenden Beobachtung darauf verzichtet, eine weitere beobachtende Person einzubinden, um mögliche Störfaktoren im Unterrichtsgeschehen zu minimieren. Wenngleich durch unterschiedliche Verfahrensschritte versucht wurde, die Gütekriterien qualitativer Forschung einzuhalten, kann zur Reliabilität im Sinne einer Fehleranfälligkeit der im Rahmen dieser Studie implementierten Verfahren zur Klassifizierung der Unterrichtsphasen keine Aussage getroffen werden. Eine weitere Limitation ist die relativ kleine Stichprobe, welche in nur einem Bundesland und an einer Schulform (Gymnasium, Sekundarstufe I) erhoben wurde. Obwohl die Studie auf ein Schulfach (Chemie) fokussiert, liefern erste Vergleiche Hinweise auf die Übertragbarkeit einiger Ergebnisse auf weitere Unterrichtsfächer. Ein weiterer limitierender Faktor ist, dass nur ein Personenmerkmal untersucht wurde, obwohl wahrscheinlich weitere – kognitive aber auch motivationale – Merkmale bei der Wahrnehmung von Interessentriggern relevant sein werden. Im Rahmen dieser Studie wurden Lehrkraftvariablen nicht berücksichtigt, welche im Zusammenhang mit dem situationalen Interesse der Lernenden stehen könnten.

Auf praktischer Ebene bietet diese Studie einen ersten Indikator für Lehrkräfte, welche Kombinationen von Triggern welche Wirkung bei Lernenden haben können. Es

können bewusste Entscheidungen getroffen werden, eine bestimmte Gruppe von Lernenden zu fördern, während eine andere eventuell nicht so stark angesprochen wird. Weiterhin zeigen diese Untersuchungen, welche Unterrichtsphasen besonders stark polarisieren und daher vermehrt Aufmerksamkeit in der Planungsphase benötigen (z.B. Einstiegsphasen).

Neben der angedeuteten Notwendigkeit für weitere differentielle Untersuchungen bezüglich der kombinierten Wirksamkeit von Interessentriggern sind ebenfalls Studien zu Interaktionen zwischen Personenmerkmalen und Interessentriggern erforderlich. Aufgrund der theoretischen Nähe zwischen den Konstrukten könnten individuelles Interesse sowie naturwissenschaftliches Selbstkonzept spannende Einblicke liefern. Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Leistung und Interesse der Lernenden besteht auch hier ein weiteres Forschungsdesiderat. Schlussendlich ist nicht nur die Interessenförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht für Lernende wichtig, denn als multikriterialer Unterricht muss die Gestaltung ausgewogen sein. Durch Mikroanalysen von Unterricht lässt sich feststellen, wie eine gelungene Umsetzung von Unterricht zur Erreichung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung aussehen kann.

6 Design der Interventionsstudie

6.1 Zusammenfassung der Hauptergebnisse aus der Beobachtungsstudie

Die Durchführung der Interventionsstudie basiert auf den Ergebnissen der Beobachtungsstudie, insbesondere auf denen der zweiten Publikation (Ochsen et al., 2020). Daher soll hier kurz zusammengefasst werden, welche Relationen zwischen dem situationalen Interesse der Lernenden und der Unterrichtsgestaltung festgestellt werden konnten: Bei einem Vergleich zwischen Unterrichtsphasen eines Typs wie Einstiegsphasen wiesen diese ein variierendes mittleres situationales Interesse der Lernenden auf, d.h. nicht jede Einstiegsphase war interessant oder uninteressant gestaltet. Dieser Befund kann auf fast alle untersuchten Unterrichtsphasen ausgeweitet werden. Nur praktische Erarbeitungsphasen, welche in der Beobachtungsstudie fast ausschließlich Experimente enthielten, waren mehrheitlich durch eine sehr hohe mittlere Ausprägung des situationalen Interesses gekennzeichnet und fielen demnach in die Kategorie „Interessensmaximum“. In diese Kategorie wurden daneben nur drei weitere Phasen eingeordnet: zwei Sicherungs- und eine Einstiegsphase. Da diese Phasen ein besonderes interessensförderndes Potenzial haben, wurden sie näher analysiert. Im Vergleich der inhaltlichen Gestaltung zeigten sich Ähnlichkeiten zwischen den drei Phasen: Alle waren durch einen hohen Grad an Schüleraktivität, eine hohe intendierte kognitive Aktivierung und Anteile formativen Assessments geprägt. Da diese Merkmale bei fast allen Lernenden zu einem Interessensmaximum geführt haben, wurde im Folgenden eine Interventionsstudie entwickelt, die diese Merkmale in drei ähnlichen Kontexten bezüglich der Wirkung auf das situationale Interesse der Lernenden testet. Um einen differenzierten Einblick in den Triggerprozess zu erhalten, wurde in der Interventionsstudie auch die Wahrnehmung der Interventionen in Abhängigkeit von verschiedenen Lernercharakteristika untersucht.

6.2 Aufbau der Interventionsstudie

Die Interventionsstudie wurde mit Lernenden in der neunten Jahrgangsstufe an Gymnasien durchgeführt. Sie wurde in die Einheit „Säuren und Basen“ integriert. Da die Lerninhalte dieser Jahrgangsstufen von den verschiedenen Gymnasien sehr unterschiedlich über das Schuljahr verteilt werden, musste die Studie in zwei Durchgängen durchgeführt werden: Drei Klassen nahmen im zweiten Schulhalbjahr 2018/19 teil, während fünf weitere Klassen im ersten Schulhalbjahr 2019/20 teilnahmen. Die ersten drei Klassen haben vorher bereits an der Beobachtungsstudie teilgenommen. Auch in dieser Studie wurde das situationale Interesse der Lernenden erhoben. Dabei wurde das Verfahren aus der Beobachtungsstudie vollständig übernommen. Auch der sonstige Aufbau gleicht dem der

Beobachtungsstudie: Der Unterricht wurde mit einem Verlaufsplan protokolliert. Neben den Unterrichtsstunden, in denen Interventionen eingebaut wurden, wurde auch in „normale“ Unterrichtsstunden hospitiert und das situationale Interesse der Lernenden in verschiedenen Unterrichtsphasen gemessen (für eine graphische Darstellung des Studienaufbaus, s. Kap. 8, fig.13). Damit konnte für jede Klasse das durchschnittliche situationale Interesse der Lernenden bestimmt werden. Der Durchschnitt dient als Kontrastierung zu dem situationalen Interesse, das die Lernenden während der Interventionen zeigten. Die Anzahl der hospitierten Unterrichtsstunden liegt zwischen sechs und acht. Darüber hinaus wurde ein Prä- und ein Post-Test durchgeführt, in denen unter anderem das individuelle Interesse der Lernenden mithilfe des RIASEC+N-Modells erhoben wurde, sowie das Geschlecht, die letzte Chemiezeugnisnote, das naturwissenschaftliche Selbstkonzept und die generelle Lernfreude im Chemieunterricht. Die Items befinden sich im Anhang (E1).

Es wurden drei verschiedene Interventionen erstellt, die alle in die Kategorie „Formatives Assessment“ einzuordnen sind. Zunächst wurde eine Methode aus der Beobachtungsstudie adaptiert, die dort zu einem Interessensmaximum geführt hat: Der Einsatz eines *interaktiven Quiz* (z.B. mithilfe der Software Kahoot!). Bei dieser Methode liegt sowohl Self- als auch Teacher-Assessment vor, denn die Lehrkraft bekommt Einblicke in den durchschnittlichen Lernstand ihrer Klasse, während die Lernenden ihren individuellen Lernstand antizipieren können. Der Soll-Lernstand wird durch die Fragen der Lehrkraft an die Lernenden kommuniziert. Neben dem formativen Assessment als zentrales Merkmal enthält diese Intervention auch spielerische Anteile sowie eine Wettbewerbskomponente zwischen den Lernenden. Beide können als Interessenstrigger dienen (Cheung, 2017), wobei die Wettbewerbskomponente auch einen gegenteiligen Effekt haben kann (vgl. Wang & Tahir, 2020). Als zweite Intervention wurde ein „*rubric*“ (dt. Reflexionsbogen) verwendet. *Rubrics* sind, ähnlich wie Checklisten oder Learning Logs, insbesondere für Self-Assessment geeignet. In dem Kontext dieser Studie wurde ein *Rubric* verwendet, welcher sich auf die Reflexion des Experimentierens bezieht (adaptiert nach White & Frederiksen, 1998). Er bezieht sich also nicht auf die Abfrage von Fachwissen, sondern zeigt den Lernenden auf, welche Bereiche des Experimentierens generell von Bedeutung sind und wie sie ihr Verhalten in weiteren Experimenten adaptieren können, um möglichst effizient zu arbeiten. Die dritte Intervention war ein *Lernbegleitbogen*, welcher nach folgendem Prinzip funktioniert: Zu Beginn einer Unterrichtseinheit sollen die Lernenden eine Aufgabe bearbeiten, die sie aufgrund ihres derzeitigen Wissenstandes nur unvollständig lösen können. Der *Lernbegleitbogen* wird dann von der Lehrkraft eingesammelt und zu verschiedenen Zeitpunkten erneut an die Lernenden ausgegeben, welche dann mit ihrem neuen Lernstand ihre alten Antworten überarbeiten oder ergänzen können. Dadurch wird der Lern-

fortschritt für die Lernenden sichtbar gemacht. Die Lehrkraft kann, nachdem sie die *Lernbegleitbögen* eingesammelt hat, die Antworten der Lernenden antizipieren und für die Planung des weiteren Unterrichts nutzen. Das Prinzip wurde von Schmidt (2009) adaptiert, jedoch auf eine Überarbeitung durch die Lernenden beschränkt. *Lernbegleitbögen* sind demnach sowohl für Teacher- als auch für Self-Assessment geeignet. Die Materialien für alle Interventionen finden sich im Anhang (C3, C1, E2). Die Durchführung der verschiedenen Interventionen während des Unterrichts wurde als eine Phase angesehen, an deren Ende das situationale Interesse der Lernenden erhoben wurde. Durch die Implementierung drei unterschiedlicher Interventionen kann ein Eindruck der Varianz an Methoden abgebildet werden, die möglich sind, um formatives Assessment im Unterricht zu etablieren. In Kap. 2.6.2 wurde bereits auf die verschiedenen Stellschrauben eingegangen, die bei der konkreten Gestaltung des formativen Assessments eine Rolle spielen: Die Rolle des Feedback-Gebenden (Teacher-, Peer- oder Self-Assessment) und die Wahl der Methode (interaktives Quiz etc.). Um den Aspekt der hohen Schüleraktivität aus der Beobachtungsstudie zu berücksichtigen, wurde in dieser Studie vor allem das Self-Assessment fokussiert. Da die Interventionen möglichst flüssig in den weiteren Unterricht integriert werden sollten, wurde der Einsatz der Interventionen eng mit den individuellen Lehrkräften abgestimmt, sodass nicht jede Intervention in jeder Klasse in einer bestimmten Unterrichtsstunde (z.B. Intervention 2 immer in Unterrichtsstunde 3) eingesetzt wurde.

Die Anlage der Interventionen und die Auswertung der Studie wurden in zwei Publikationen (Kap. 7 und Kap. 8) detailliert vorgestellt, welche im Anschluss kurz zusammengefasst werden.

Publikation 3: *Formatives Bewerten: Lernförderlich, aber auch motivationsfördernd*

Zur Vorbereitung der Interventionsstudie wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt, auf deren Basis verschiedene Methoden zum formativen Assessment bezüglich ihrer angenommenen Wirksamkeit auf das Interesse der Lernenden untersucht wurden. Die Ergebnisse dieser Recherche wurden in diesem unterrichtspraktischen Artikel zusammengefasst. Bei der Darstellung wurde sowohl auf die Methodenvielfalt als auch auf die Rolle der feedback-gebenden Person eingegangen. Zusätzlich wurde eine Taxonomie nach Shavelson et al. (2008) eingeführt. Die Autor:innen differenzieren zwischen spontanen Anlässen von formativen Assessment („*on-the-fly*“), stärker geplanten Anlässen („*planned-for-interaction*“) und im Curriculum verankerten Anlässen („*curriculum-embedded*“). Der Fokus liegt sowohl in diesem Artikel als auch in der Planung der Studie auf der mittleren Kategorie („*planned-for-interaction*“), da die spontanen Bewertungsanlässe

per definitionem schwierig zu planen sind, da sie als Reaktion auf Aussagen von Lernenden stattfinden, die bspw. eine bestimmte Schülervorstellung repräsentieren. Die im Curriculum verankerten Anlässe sind wiederum schwierig als einzelne Lehrkraft oder im Rahmen einer isolierten Studie zu planen, da sie eher durch schulinterne Curriculumsarbeit entstehen und implementiert werden müssen. Bei diesen Anlässen werden besondere Gelenkstellen identifiziert, an denen es besonders wichtig ist, den Lernstand der Klasse für die Planung des weiteren Vorgehens zu erheben (Shavelson et al., 2008). Die in diesem Artikel untersuchten Methoden zum formativen Assessment sind auf den Chemieunterricht bezogen, jedoch teilweise auch generisch einsetzbar oder leicht zu adaptieren.

Publikation 4: *Interestingness Is in the Eye of the Beholder – The Impact of Formative Assessment on Students' Situational Interest in Chemistry Classrooms*

Die Auswertungsstrategie der Interventionsstudie folgte einem ähnlichen Schema wie die Strategie für die Beobachtungsstudie (Kap. 5). In der Auswertung der Studie zeigte sich, dass die verschiedenen Methoden des formativen Assessments unterschiedliche Relationen zum situationalen Interesse der Lernenden haben: Während das *Kahoot-Quiz* mit einem erhöhten situationalen Interesse verknüpft ist, zeigten die Lernenden während der Bearbeitung des Lernbegleitbogens ein niedrigeres situationales Interesse. Die Durchführung des *Rubrics* führte zu keiner Abweichung vom mittleren situationalen Interesse der Lernenden. Ausgehend von diesem Ergebnis wurden in weiteren Schritten Lernercharakteristika wie die Lernfreude, das individuelle Interesse am Chemieunterricht, die letzte Zeugnisnote im Fach Chemie sowie das Selbstkonzept berücksichtigt. Hier zeigten sich weitere Unterschiede in der Bewertung der Interventionen: Während beispielsweise ein höheres individuelle Interesse mit einer besseren Bewertung aller Interventionen einherging, spielte die Leistung der Lernenden nur bei zwei Interventionen (*Lernbegleitbogen* und *Rubric*) eine Rolle. Diese und weitere Ergebnisse werden in dem Artikel dargestellt. Durch die differenziellen Auswertungsschritte konnten weitere Einblicke in den Trigger-Prozess von situationalem Interesse gewonnen werden.

7 Publikation 1 zur Interventionsstudie

Formatives Bewerten: Lernförderlich, aber auch motivationsfördernd

Zusammenfassung

Neben einer positiven Wirkung von formativen Bewertungsmethoden auf den Wissenserwerb zeigen Studien auch das Potenzial dieser Bewertungsform für positive Effekte auf die Motivation und das Interesse von Schüler/inne/n. Aufgrund der Relevanz des formativen Bewertens werden im vorliegenden Beitrag verschiedene Arten formativer Bewertungsmethoden kategorisiert und anhand konkreter Beispiele aus dem Chemieunterricht in Kombination mit konkreten Arbeitsmaterialien vorgestellt.

Ochsen, S. & Bernholt, S. (in press). *Formatives Bewerten: Lernförderlich, aber auch motivationsfördernd. MNU.*

7.1 Formatives Bewerten

7.1.1 Definition und aktuelle Befunde

Das Testen und Bewerten von Schüler/inne/n ist essentieller Bestandteil jeden Unterrichts. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen einer Bewertung am Ende einer Unterrichtseinheit (summatives Bewerten), welches in erster Linie der Ermittlung von (Zeugnis-)Noten und damit der Bewertung erreichter Leistungen dient, und einer fortwährenden Bewertung zur Adaption des weiteren Lernweges (formatives Bewerten). Letzteres wird bereits seit Jahrzehnten als ein zentraler Schlüssel zur Verbesserung des Unterrichts hervorgehoben (Black & Wiliam, 1998; Popham, 2008). Die zugrunde liegende Logik scheint auch überzeugend: Durch eine fortlaufende Einbettung im Unterricht sollen Test- und Bewertungsanlässe die Lernziele transparent machen, gleichzeitig feststellen, wo die Lernenden im Bezug zu diesen Lernzielen stehen und so letztlich aufzeigen, welche Lücke zwischen dem besteht, was gewünscht wird und was bereits erreicht wurde. Die Kenntnis dieser „Lücke“ kann nun auf Seiten der Lehrenden wie auch auf Seiten der Schüler/innen dazu genutzt werden, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um diese Lücke zu schließen.

Die zentrale Erwartung beim Einsatz formativer Bewertungen ist, dass sich das Lernen und damit letztlich auch der Lernerfolg der Schüler/innen verbessert. Diese Annahme wird durch verschiedene Meta-Analysen gestützt (z.B. Black & Wiliam, 1998; Hat-

tie, 2009). Ein zentraler Faktor bzgl. der Wirksamkeit scheint dabei die konkrete Umsetzung und Qualität formativer Bewertungen zu sein, wobei insbesondere das Timing und die Art der Rückmeldung entscheidend sind (Hattie, 2003). Formatives Bewerten stellt daher große Anforderungen an die Lehrkraft, die in der Lage sein muss, die richtigen Fragen zur richtigen Zeit zu stellen, konzeptionelle Fallstricke zu antizipieren und ein Repertoire an Aufgaben zur Verfügung zu haben, die den Schüler/innen helfen, die nächsten Schritte zu unternehmen (Bell & Cowie, 2001; Shepard, 2000).

Neben positiven Auswirkungen auf den Lernerfolg kann formatives Bewerten auch die Motivation positiv beeinflussen: Wenn persönliche Leistungsentwicklungen der Ausgangspunkt der Bewertung sind, wird die von der Schülerin/dem Schüler erbrachte Anstrengung die zentrale Ursachenerklärung der Lehrkraft, was insbesondere für leistungsschwächere Schüler/innen motivierend wirkt. Darüber hinaus wird angenommen, dass formative Bewertungen Motivationsüberzeugungen bei Schüler/innen unterstützen, die lernförderlich sind (bspw. die Fokussierung auf Aufgabenziele, das Schaffen von Erfolgserlebnissen und die Annahme, dass Lernerfolg „erarbeitet“ werden kann), bzw. solche Überzeugungen verringert, die lernhemmend wirken, z. B. die Fokussierung auf Noten als Demonstration eigener Fähigkeiten oder die Attribuierung von Lernerfolgen auf kaum veränderbare Faktoren wie Talent oder Intelligenz (Cauley & McMillan, 2010). Die Förderung dieser motivationalen Überzeugungen durch den Einsatz formativer Bewertungen und der Einfluss dieser Motivationsüberzeugungen auf das Lernen bzw. den Lernerfolg der Schüler/innen wird häufig als zweiter Wirkmechanismus der formativen Bewertung angenommen (neben der Rückmeldung von fachlich-inhaltlichen Informationen oder meta-kognitiven Hinweise zu Bearbeitungsstrategien im Rahmen des Feedbacks).

Der vorliegende Beitrag soll einen Überblick über das Spektrum geben, wie formative Bewertungen für die Förderung von Motivationsüberzeugungen und Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt werden können. Dazu wird zunächst eine kurze Systematik unterschiedlicher Varianten formativer Bewertungen eingeführt, die dann im zweiten Teil anhand konkreter Beispiele für den Einsatz im Unterricht illustriert werden.

7.1.2 Varianten formativer Bewertung

Zur Kontrastierung von verschiedenen Arten der formativen Bewertungen schlagen Shavelson et al. (2008) vor, dass man die verschiedenen Methoden anhand ihrer Flexibilität und Planung auf einem Kontinuum von eher informellen, sehr flexiblen Anlässen („on-the-fly“) über stärker geplante Interaktionsanlässe bis systematisch in den Lehr-

plan integrierte, formale Anlässe einordnet (vgl. Abb. 5). Während die Planung und Durchführung formativer Bewertungen in der Regel in den Händen der Lehrkraft liegt, gibt es jedoch auch Ansätze, die formative Elemente im Rahmen individualisierter Selbstkontrollen oder zwischen Schüler/inne/n einer Lerngruppe vorschlagen. Diese drei Varianten der Selbst-, Peer- und Lehrkraft-Bewertung bilden eine zweite Achse der Kategorisierung formativer Bewertungsanlässe (Abb. 5).

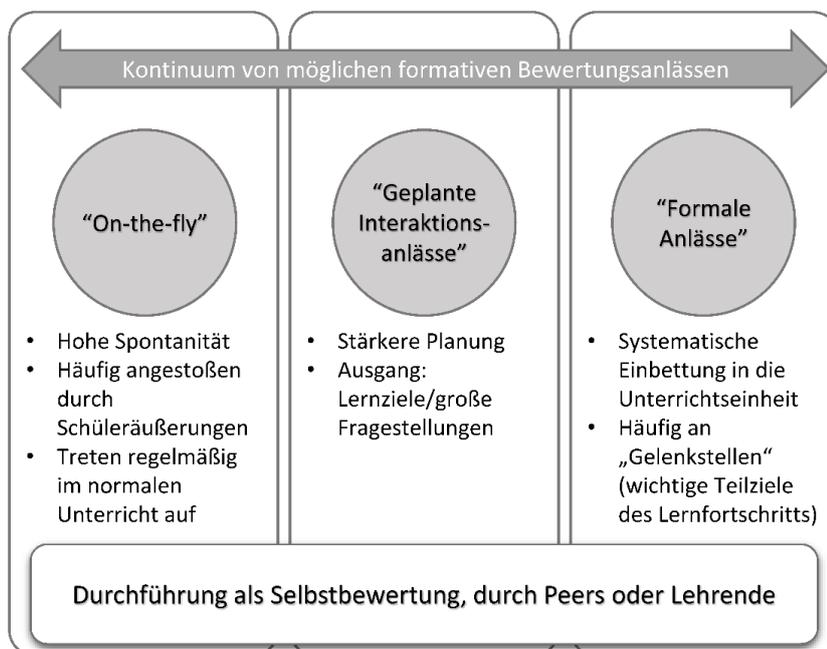


Abbildung 5. Kategorisierung von formativen Bewertungen anhand von Anlass und Durchführung

Im Folgenden sollen einige konkrete Methoden zur formativen Bewertung, für welche bereits eine positive Wirkung auf das Interesse von Schüler/inne/n nachgewiesen werden konnte, aufgezeigt und in das oben beschriebene Schema eingeordnet werden. Die Methoden und Materialien sind von uns explizit auf den Chemieunterricht abgestimmt worden. Wenn Materialien für die Umsetzung der formativen Bewertung benötigt werden, befinden sich Beispiele im Anhang C zu diesem Artikel.

7.2 Methodenbeispiele zur formativen Bewertung im Chemieunterricht

Die spontanste Art der formativen Bewertung ist die „on-the-fly“-Bewertung. Dadurch, dass diese Kategorie, wie oben dargestellt, weniger planbar ist, ist es entsprechend schwierig, einen großen Katalog an Maßnahmen vorzustellen. Ein Beispiel entstammt einer eigenen Beobachtungsstudie in der achten Klasse: Es sollte von den Schüler/inne/n das Lernziel erreicht werden, für ein Element anhand der Position im Periodensystem der Elemente bestimmen zu können, ob dieses Element in einem Salz als Kation oder Anion vorliegt. Zur Überprüfung dieses Lernziels wurden die Schüler/innen am Ende

der Unterrichtsstunde aufgefordert, per Handzeichen anzugeben, ob und wie viele Elektronen ein Atom abgeben oder aufnehmen würden. Mit der linken Hand sollte dabei angezeigt werden, ob eine Elektronenaufnahme (Daumen hoch) oder -abgabe (Daumen runter) stattfinden würde und mit der rechten Hand, wie viele Elektronen abgegeben oder aufgenommen würden (Abb. 6). Mit dieser spielerischen formativen Bewertung kann die Lehrkraft feststellen, ob ein Großteil der Klasse das Lernziel erreicht hat und wo ggf. Schwierigkeiten bestehen. Dabei liegt der Fokus weniger auf der konkreten Anzahl korrekter „Handzeichen“, sondern insbesondere auf der Sicherheit und Geschwindigkeit, mit der die Schüler/innen ihre Antwort anzeigen und bei ggf. abweichenden Antworten von Mitschüler/innen auch bei ihrer Lösung bleiben. Auch die Schüler/innen können dadurch ihre Einschätzung mit der ihrer Klassenkameradinnen und -kameraden vergleichen und mit dem von der Lehrkraft vorgegebenen Lernziel in Verbindung setzen. Damit enthält diese Methode sowohl Anteile der Selbst- als auch der Lehrkraft-Bewertung. Ein klarer Vorteil liegt hier bei den geringen benötigten Ressourcen (in diesem Fall nur das Periodensystem der Elemente). Die Methode ist daher sehr flexibel einsetzbar, wenn es um die Einschätzung von Tendenzen (Elektronenabgabe oder -aufnahme, Einschätzung von Bindungstypen auf Basis von Elektronegativitäten, Reaktivitäten o.ä.) und der Angabe kleiner ganzer Zahlen (Anzahl Elektronen oder anderer Entitäten, Verhältnisformeln, Koeffizienten in Reaktionsgleichungen o.ä.) geht.

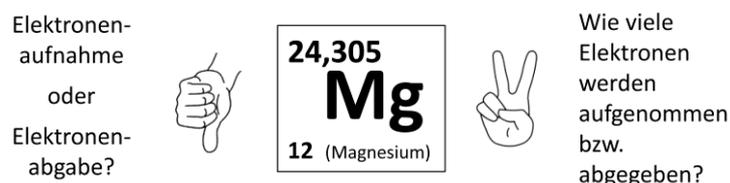


Abbildung 6. Beispiel zur Implementation einer „On-the-fly“-Bewertung in den Chemieunterricht

Die meisten getesteten Methoden lassen sich in die Kategorie der geplanten Interaktionsanlässe einordnen. Begründet ist dies durch die bessere Planbarkeit – wie der Name bereits andeutet – als die Kategorie „on-the-fly“, sie sind aber nicht im Lehrplan verankert wie die formalen Anlässe und weisen daher einen geringeren formalen Aufwand auf. Sehr beliebt ist hier der Einsatz verschiedener Quiztypen. Generell kann bei diesen zwischen elektronischen Abstimmungssystemen (*Audience Response Systemen, ARS*) und klassischen Paper-Pencil-Formaten unterschieden werden. Ersteres sind interaktive Tools, mithilfe derer Schüler/innen bspw. auf Multiple-Choice-Fragen (MC-Fragen) antworten können. Die Abstimmungsergebnisse werden durch die Software in Echtzeit ausgewertet, sind dadurch sofort verfügbar und können im Plenum diskutiert und vertieft werden. Diese Formate werden häufig anonymisiert durchgeführt, sodass nur die betreffende Person weiß, welche Antwort sie gegeben hat. Auch dieses Format enthält Anteile einer

Selbst- und einer Lehrkraftbewertung (Kay & LeSage, 2009). Die Lehrkraft bekommt dabei eine Rückmeldung über den Lernstand der gesamten Klasse und kann bei geschickter Formulierung der falschen Antwortmöglichkeiten (der sogenannten Distraktoren) vorhandene Schülervorstellungen identifizieren und im weiteren Unterricht adressieren. Eine Liste mit beispielhaften MC-Fragen zur Unterrichtseinheit „Säuren und Basen“ findet sich im Anhang (Abschnitt C1). Die ARS lassen sich in hardware- und softwarebasierte Systeme unterteilen. Kostenlose Angebote bieten u.a. die Apps „Plickers“ (Shana & Al Baki, 2020) oder „Kahoot!“, welche Ähnlichkeiten zueinander aufweisen. In den jeweiligen Programmen werden vor der Unterrichtsstunde von der Lehrkraft die Fragen formuliert, die später genutzt werden sollen. Dabei sind verschiedene Versionen vorstellbar, darunter klassische MC-Fragen wie in Abb. 7 für die beiden genannten Angebote beispielhaft dargestellt, aber auch Fragen, bei denen keine Antwort richtig ist und die somit Anlass zu Diskussionen geben können, sowie Richtig-/Falsch-Fragen.

Salzsäure ist eine relativ starke Säure. Woran liegt das?



A Das Salzsäureteilchen ist relativ klein.

C Das Proton der Salzsäure lässt sich relativ leicht abspalten.

B Das Proton der Salzsäure lässt sich relativ schwer abspalten.

D Das Salzsäureteilchen ist relativ groß.

Eine wässrige neutrale Lösung enthält



28

0
Answers

▲ weder H_3O^+ -Ionen noch OH^- -Ionen.

◆ mehr H_3O^+ -Ionen als OH^- -Ionen.

● ebenso viele H_3O^+ -Ionen wie OH^- -Ionen.

■ weniger H_3O^+ -Ionen als OH^- -Ionen.

Abbildung 7. Layouts der Softwares „Plickers“ (oben, Shana & Al Baki, 2020) und „Kahoot!“ (unten) für Multiple Choice-Fragen

Der Unterschied liegt bei der Beantwortung der Fragen: Für die Teilnahme an dem *Kahoot!*-Quiz ist ein mobiles Endgerät notwendig, während die Lehrkraft für die Teilnahme an einem *Plickers*-Quiz zuvor Karten mit QR-Codes vorbereitet. Diese werden von den Schüler/inne/n in einer bestimmten Position hochgehalten, um eine Antwort zu geben. Die Lehrkraft scannt sie dann mit einem Tablet oder Smartphone ab und erhält so eine Übersicht über die Antworten. Um die Antworten der Schüler/innen sofort angezeigt zu bekommen, benötigen beide Anwendungen WLAN. Allerdings enthält *Plickers* noch einen Plan B: Sollte die WLAN-Versorgung kurzfristig nicht mehr gewährleistet sein, kann die Lehrkraft die Antworten trotzdem scannen. Liegt wieder eine WLAN-Verbindung vor, werden die Antworten synchronisiert. Bei beiden Anwendungen sind die Ergebnisse auch nach dem Quiz noch abrufbar, sodass die Lehrkraft für einen längeren Zeitraum Zugriff hat und die Ergebnisse ggf. später oder detaillierter auswerten kann. Für beide Anwendungen sind auch kostenpflichtige Angebote mit ausgeweitetem Funktionsumfang wie z.B. die Möglichkeit der Kollaboration zwischen Kolleginnen und Kollegen vorhanden.

Die Paper-Pencil-Formate sind ebenfalls weiter differenzierbar: Sie lassen sich bspw. als Routine zu Beginn einer Unterrichtsstunde implementieren (Jones et al., 2017). Hier kann inhaltlich die Thematik der letzten Unterrichtsstunde oder der gesamten bisherigen Unterrichtseinheit abgefragt werden. Dazu können noch bestimmte Fallstricke, die Schüler/innen typischerweise vergessen, aber für den Unterricht relevant sind (z.B. die Definition des Mol-Begriffs), in Erinnerung gerufen werden. Alternativ kann auch am Ende einer Unterrichtsstunde ein solche Routine etabliert werden, um zu überprüfen, was die Schüler/innen in dieser Unterrichtsstunde gelernt haben und wo noch Probleme bestehen (Baron, 2016; O'Dwyer & Childs, 2014).

Letzteres lässt sich nicht nur als Quiz umsetzen, sondern auch mittels sog. "*What have I learned*"-Aufgaben (z.B. in Form von Lückentexten), welche entweder am Ende einer Unterrichtsstunde oder -einheit einsetzbar sind. Hier wird der Schülerin/ dem Schüler durch die vorformulierten Sätze vermittelt, wieder Soll-Lernstand aussieht (O'Dwyer & Childs, 2014). Durch die Bearbeitung wird wiederum deutlich, wo noch Lücken sind. Diese Aufgaben sind ausschließlich der Selbst-Bewertung zuzuordnen, da sie nur dem Schüler/der Schülerin zugänglich sind. Ein weiteres Beispiel für eine solche Aufgabe ist die Alkan-Ziehharmonika. Diese kann von den Schüler/inne/n selbstständig angewendet werden, um zu überprüfen, ob sie sowohl die Namen als auch die Strukturen der Moleküle in der homologen Reihe der Alkane sicher beherrschen (O'Dwyer & Childs, 2014). Eine Kopiervorlage findet sich in dem Anhang (C2), und ein Anwendungsbeispiel ist in Abb. 8 dargestellt. Die zugrundeliegende Idee bietet eine Transfermöglichkeit auf jeden (chemischen) Inhalt, bei dem eine gewisse Systematik gelernt werden muss wie z.B. der Aufbau verschiedener Elemente.

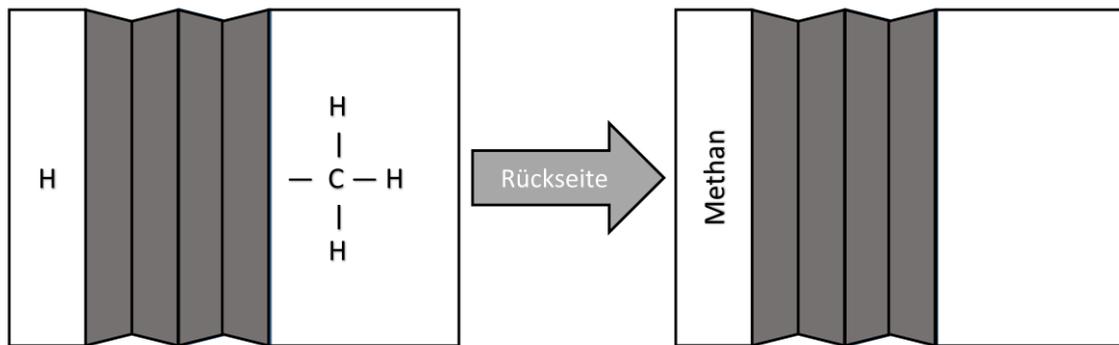


Abbildung 8. Alkan-Ziehharmonika, adaptiert nach O'Dwyer & Childs (2014), in der Anwendung

Eine weitere Methode zur Selbst-Bewertung sind sog. *Rubrics*. Diese stellen Reflexionsbögen dar, mithilfe derer klar kommuniziert werden kann, was von den Schüler/innen erwartet wird. Die Schüler/innen können ihre Leistungen selbstständig auf ein vorgegebenes Level einordnen, wobei diese Abstufungen entweder von der Lehrkraft vorgegeben werden oder zusammen mit den Schüler/innen erarbeitet werden. In den *Rubrics* kann der Fokus nicht nur auf die Erreichung inhaltlicher Lernziele gelegt werden, sondern auch auf (naturwissenschaftliche) Denk- und Arbeitsweisen. So ist es möglich, eine selbstständige Forschungsarbeit mittels eines *Rubrics* bewerten zu lassen (Granbom, 2015), das Vorgehen bei dem Lösen einer Aufgabe (Wong, 2017), aber auch die Zusammenarbeit in Gruppen (Baron, 2016) oder das Vorgehen beim Experimentieren. Für letzteres haben wir auf Basis bisheriger Forschungsergebnisse (z.B. White & Frederiksen, 1998) einen *Rubric* entwickelt und getestet. Für den Bereich „Systematisches Arbeiten“ zeigt Abb. 9 den grundsätzlichen Aufbau des *Rubrics*.

Systematisches Arbeiten				
		<p>Ich habe den Versuch genau und sorgfältig durchgeführt. Vor der Durchführung habe ich meinen Versuch organisiert und mir genau überlegt, was ich machen muss. Meine Ergebnisse habe ich detailliert notiert. Wenn Probleme aufgetreten sind, habe ich systematisch überlegt, wie ich meine Arbeit anpassen kann, sodass diese Probleme gelöst werden.</p>		
<p>Notiere dir, welche Punkte du gut erfüllst und welche du noch verbessern kannst. Berücksichtige dabei dein Protokoll und deine praktische Arbeit.</p>				
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				
<p>Fasse jetzt deine Einschätzung zusammen und kreise dann auf der Skala unten ein, wo du dich selber siehst.</p>				
1	2	3	4	5
Nicht erfüllt		Genau erfüllt		Übertroffen

Abbildung 9. Rubric zur Selbstbewertung des Bereichs „Systematisches Arbeiten“ als Teilaspekt des naturwissenschaftlichen Experimentierens

Die Kopiervorlage befindet sich im Anhang (C3). Leichte Abwandlungen zu den *Rubrics* stellen *Checklisten* (C4) und *Learning Logs* (C5) dar (Wong, 2017). Zu den Bereichen, die auch in den *Rubrics* abgefragt werden (im Beispiel u.a. „Nutzen der naturwissenschaftlichen Handwerkszeuge“), können auch Aspekte formuliert werden, die einfach abgehakt werden können (*Checkliste*, Abb. 9) oder Fragen formuliert werden, auf die die Schüler/ innen dann begründet antworten sollen (*Learning Log*, Abb. 10).

Systematisches Arbeiten:



Ich habe mir vor der Durchführung des Versuchs überlegt, was ich untersuchen möchte.

erfüllt
 nicht erfüllt
 unsicher

Ich habe den Versuch genau und sorgfältig durchgeführt.

erfüllt
 nicht erfüllt
 unsicher

Ich habe meine Ergebnisse detailliert notiert.

erfüllt
 nicht erfüllt
 unsicher

Abbildung 10. Checkliste zur Selbstbewertung des Bereichs „Systematisches Arbeiten“ als Teilaspekt des naturwissenschaftlichen Experimentierens

Systematisches Arbeiten (Planung, Organisation und Durchführung des Versuchs...)



Was denkst du zum systematischen Arbeiten? Was hast gut bzw. weniger gut gemacht und warum?

Abbildung 11. Learning Log zur Selbstbewertung des Bereichs „Systematisches Arbeiten“ als Teilaspekt des naturwissenschaftlichen Experimentierens

Die Wahl der Reflexionsmethode (*Rubric*, *Learning Log* oder *Checkliste*) kann dabei an der Lerngruppe orientiert werden. In sehr heterogenen Lerngruppen mit Schüler/innen, die bspw. von einer Lese-Rechtschreib-Schwäche (LRS) betroffen sind, kann es Sinn ergeben, verschiedene Instrumente einzusetzen (bspw. *Checkliste* für Schüler/innen mit LRS und *Learning Logs* für andere Schüler/innen). Neben den oberflächlichen Merkmalen wie Textlastigkeit unterscheidet sich auch der Grad der Reflexion bei den verschiedenen Methoden. Während die *Checklisten* relativ schnell abgearbeitet werden können, werden bei *Learning Logs* und *Rubrics* ausformulierte Antworten erwartet.

Beispiele für Peer-Bewertungen in der Kategorie der geplanten Interaktionsanlässe sind „*Test a friend*“-Arbeitsaufträge. Diese können zu jedem Zeitpunkt im Unterricht

eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür von O'Dwyer & Childs (2014) ist die Aufgabe, mithilfe eines Molekülbaukastens ein komplexes Alkan zu bauen und den Namen durch den Sitznachbarn/die Sitznachbarin bestimmen zu lassen. Ein weiteres Beispiel für Peer-Bewertungen ist ein Kartenspiel zur Bildung von Estern. Eine Spielanleitung sowie Kopiervorlagen für die Karten befinden sich im Anhang (C6).

Formale Bewertungsanlässe, welche in die dritte Kategorie fallen und demnach im Lehrplan oder im schulinternen Fachcurriculum verankert sind, lassen sich seltener finden. Shavelson et al. (2008) haben eine Unterrichtseinheit zum Thema „Schwimmen und Sinken“ entwickelt, in der sie zwei verschiedene Aufgabentypen zur formativen Bewertung implementiert haben und eine positive Wirkung auf die Motivation der Schüler/innen zeigen konnten (Yin et al., 2008). Beide haben erneut sowohl Merkmale der Selbst- als auch der Lehrkraft-Bewertung. Zum einen werden *Concept Maps* genutzt. In einem ersten Schritt sollen die Schüler/innen diese selbstständig erstellen. Im zweiten Schritt wird in Gruppenarbeit eine Gruppen-*Concept Map* erstellt. Zuletzt werden alle Ergebnisse zusammengetragen und diskutiert (Ayala et al., 2008). Eine weitere Methode sind „*Predict-Observe-Explain*“-Aufgaben. Das vorliegende Beispiel von Ayala et al. (2008) soll diese Methode verdeutlichen (Abb. 11): Es wurde den Schüler/inne/n eine Flasche gegeben, bei dem sie Masse und Volumen bestimmen sollten (*Observe*). Anschließend sollten sie aufgrund ihres Wissens über Masse und Volumen vorhersagen, ob die Flasche sinken, unter der Oberfläche schwimmen oder über der Oberfläche schweben würde (*Predict*). Im nächsten Schritt sollten sie beobachten, was passiert, wenn diese Flasche tatsächlich in ein Gefäß mit Wasser gegeben wird (*Observe*) und anschließend ihre Beobachtung erklären (*Explain*). Zwischen den Schritten erfolgen jeweils Diskussionen zwischen den Schüler/inne/n. Dieser Schritt ist besonders wichtig, da die Lehrkraft hier Einblicke in den Wissensstand und die Argumentationsansätze der Schüler/innen erhält. Im Vergleich zu den geplanten Interaktionsanlässen sind die hier beschriebenen Methoden deutlich zeitintensiver. Daher sprechen die Autor/inn/en dieser Studie auch nicht mehr von Maßnahmen zur formativen Bewertung, sondern von „*reflective lessons*“. Dieses Format dient vor allem der Konsolidierung von Lerninhalten, die über mehrere Unterrichtsstunden erarbeitet wurden bzw. die auf länger zurückliegende Lerninhalte aufbauen. Dazu eignen sich insbesondere, wie im obigen Beispiel, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, die jedoch durch die Verknüpfung von Vorhersagen und Erklärungen eng mit fachlich-theoretischen Grundlagen verknüpft werden.

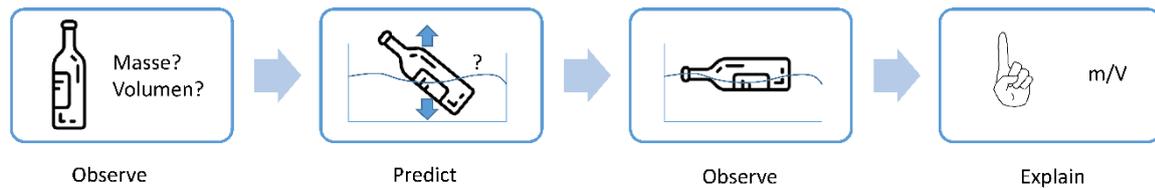


Abbildung 12. Beispielhafter Ablauf einer Predict-Observe-Explain Aufgabe (nach Ayala et al., 2008)

7.3 Gelingensbedingungen für formative Bewertung

Die erfolgreiche Umsetzung der hier aufgeführten Methoden im Sinne eines gesteigerten Interesses der Schüler/innen ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Vorbereitung zur Implementation einer ausgewählten Methode in den Unterricht ist einer dieser Faktoren. So stellen Shavelson et al. (2008) heraus, dass zunächst die Methode als solche trainiert werden muss (z.B. das Erstellen von *Concept Maps*), bevor sie für das eigentliche Ziel (bspw. einer formativen Bewertung) genutzt werden kann (Sumfleth et al., 2010). Darüber hinaus vereinfacht es den Sachverhalt zu stark, wenn angenommen wird, dass ein einmaliger Einsatz formativer Bewertungsmethoden bereits einen Effekt hat. Vielmehr sollte die ausgewählte Methode als Routine etabliert werden, um eine optimale Wirksamkeit zu entfalten (Baron, 2016). In diesem Zusammenhang bilden Absprachen im (Fach)Kollegium natürlich eine sinnvolle Grundlage, um den zeitlichen Aufwand für die Einführung mehrerer Methoden zu koordinieren.

Der Einsatz der Methode ist dabei zudem nur als erster Schritt zu sehen. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse müssen von der Lehrkraft weiter antizipiert und in Überlegungen einfließen, wie sie identifizierte Lernlücken auf Klassenebene adressieren kann. Diese Überlegungen können dann an die Schüler/innen zurückgemeldet bzw. im Unterricht umgesetzt werden, was die formative Bewertung komplettiert. Die dargestellten Methoden sind daher nur Vorschläge, wie gezielt im Unterricht Anlässe geschaffen werden können, systematisch den aktuellen Lernstand der Schüler/innen aufzuzeigen (sowohl der Lehrkraft wie auch den Schüler/inne/n selbst). Erst auf dieser Grundlage können adaptive Entscheidungen getroffen werden, um die einzelnen Schüler/innen, aber auch die Lerngruppe als Ganzes zielgerichtet in ihrem Lernen unterstützen zu können.

8 Publikation 2 zur Interventionsstudie

Interestingness Is in the Eye of the Beholder – The Impact of Formative Assessment on Students' Situational Interest in Chemistry Classrooms

Abstract

Student interest in a specific domain or content influences achievement and future vocational choices. Furthermore, interest can lead to an information-seeking behavior and therefore, for example, to a more focused attention on science content. According to numerous studies, however, the development of students' interest during the course of secondary school in STEM-related subjects is negative. Combining the considerable importance of interest and its observed decrease emphasize the need for further research on effective ways of fostering interest (in science). Another aspect of this research desideratum is gaining deeper insight into the triggering process of interest. The current intervention study addresses both the investigation of a possible interest trigger (formative assessment) and also the process that influences the perception of this trigger. Three different ways of formative assessment were examined, but not all methods were perceived as equally interesting by the students. More detailed investigations reveal that individual interest influences the perception of all interventions positively, but the impact of gender, chemistry grade, and enjoyment varies across the interventions. In contrast to studies focusing on knowledge development, the students' scientific self-concepts seems to be negligible regarding the perception of the current interventions.

Key Words Situational interest · interest development · formative assessment

Ochsen, S., Bernholt, S., Bernholt, A. & Grund, S. (subm.). Interestingness Is in the Eye of the Beholder: The Impact of Formative Assessment on Students' Situational Interest in Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*.

8.1 Introduction

Chemistry education aims to support students in gaining scientific literacy. Becoming scientifically literate enables students to participate in a public discourse about scientific problems or phenomena and to develop a reasoned stance in this discourse (Laugksch, 2000). Empirical research points out, that students who are more interested in chemistry gain higher achievement (Jansen et al., 2016) and are thus more likely to become scientifically literate. Interest is also considered an important predictor for academic and vocational choices

(Eitemüller & Walpuski, 2018; Wang & Staver, 2001). Maltese and Tai (2011) found that students' interests in Grade 8 positively influence further vocational choices in STEM fields. However, in their review Potvin and Hasni (2014a) conclude that students' interest in STEM-related lessons declines during the course of secondary education. Especially the observed decline in STEM fields is stronger compared to other domains (Krapp & Prenzel, 2011), which indicates this is not merely due to an interest differentiation during puberty. These results are in line with the comparatively low number of students who choose a career in STEM fields (Lyons & Quinn, 2010).

To meet the shortage of STEM-workforce on the one hand and to promote scientific literacy on the other hand, methods and strategies must be developed that foster students' interest (Harackiewicz et al., 2016). However, despite the variety of methods that have already been examined in order to promote interest (see Section 8.2.4), the problem of low interested students still remains. Too little knowledge exists regarding the underlying mechanisms of how promoting students' interest actually works in the classroom. Hence, besides developing new methods another focus should be to better understand the process of fostering students' interest in real classroom contexts.

8.2 Theoretical Background

8.2.1 Interest

Interest research can look back on a long tradition starting in the late 19th and early 20th centuries. This has led to numerous changes or expansions of the central construct's definition. Therefore, recent studies use varying definitions of interest (e.g., Krapp, 2002; Silvia, 2006). Renninger and Hidi (2011) reviewed these parallel definitions and summed up the following five characteristics, on which most researchers agree: interest is specific for a content or an object (1). The person and the object/content are connected by a relation which is shaped by the predisposition of the person and the environment (2). Nevertheless, the person is not always metacognitively aware of his or her interest in a specific object or content (3). Furthermore, interest is based on neurological processes and closely connected to the reward circuitry of the brain (4). Activities linked to interest (e.g., information-seeking) are perceived as intrinsically rewarding (Gottlieb et al., 2013). Following these characteristics everyone can develop interest, regardless of age, gender, or socio-economic status etc. Once developed, interest manifests itself in a person's predisposition to re-engage in certain activities or contents over time. This engagement is paired with both affective and cognitive components (5).

8.2.2 Interest Development

When a learner is confronted with a new topic in a specific situation and interest evolves as a result of this confrontation, the generated interest is usually only temporary. In addition, this type of interest is characterized by a higher proportion of affective than cognitive components (Renninger & Hidi, 2019). Because of its potentially transitory nature, it is called 'state' or 'situational interest'. Regarding the four-phase model of interest development, situational interest is typical for the early phases of interest formation (Hidi & Renninger, 2006). In the two initial phases of less-developed interest (1. 'triggered situational interest' and 2. 'maintained situational interest') external support can be very important, as the interest is still fragile and might fade if difficulties during the learning process occur (Renninger & Hidi, 2019). However, if the situational interest lasts or reoccurs, a more enduring interest might develop. This type of interest is not only a psychological state, but also a (beginning) predisposition to reengage with a particular object or topic (Renninger & Hidi, 2016). The more developed phases of interest development are called 'emerging individual interest' (3.) and 'well-developed individual interest' (4.). They are characterized by a higher value on and knowledge of the content or object of interest. The behavior of the interested person is marked by a voluntary information-seeking about the content, e.g., he or she seeks the answers to self-posed questions (Hidi & Renninger, 2006). Hence, external support is less likely to be necessary during these phases. Nevertheless, interest might in any phase stagnate, decrease or vanish, if there is not enough support or application for it (Renninger et al., 2019). Briefly, individual interest is stable across situations and needs less external support than situational interest.

In sum, many studies found empirical evidence for the proposed four-phase model of interest development (e.g., Linnenbrink-Garcia et al., 2010; Linnenbrink-Garcia et al., 2013; Tsai et al., 2008). In line with the other mentioned studies Knogler et al. (2015) showed that situational interest is a multidimensional construct with both catch- and hold-components. The catch-component represents the first phase (triggered situational interest), while the hold-component constitutes the second phase (maintained situational interest). Moreover, the results point out that individual interest as a trait explains a certain amount of consistency in situational interest (about 23% in triggered situational interest and 35% in maintained situational), indicating a positive influence of individual interest on situational interest (Knogler et al., 2015).

8.2.3 Relation of interest to other constructs

Besides the importance of interest itself, the construct is also positively associated to other educational variables: Because interest, if sustained, can foster an increase in effort (Trautwein et al., 2015) and, thus, lead in the end to knowledge acquisition. Hence, achievement rises with increasing interest and vice versa (Marsh et al., 2005). Empirical research points out that these couplings were validated across different domains in school contexts

(Jansen et al., 2016). Furthermore, with regard to students' interest in specific (school) science activities, those that stimulate cognitive activation and communication of knowledge strengthen the association between achievement and interest (Höft et al., 2019). The perception of one's own abilities (self-concept) is also linked to both constructs: Higher achievement is not only linked to higher interest, but also to a more advanced self-concept. The couplings between self-concept and interest are even stronger than the couplings between achievement and interest, and become more powerful over the course of schooling (Denissen et al., 2008).

Apart from the associations with these cognitive and metacognitive constructs, interest is also correlated with emotions like enjoyment. According to the control-value theory, enjoyment is a positive achievement emotion and may lead to flow experiences in which learning feels effortless (Pekrun, 2006). It can, on the one hand, be triggered by situational influences (appraisals) and is therefore somewhat activity related, but there is also a substantial part that is considered trait or personal disposition. A student with a high trait of enjoyment is therefore more likely to experience enjoyment during a specific activity than a student with a lower trait during the same activity (Nett et al., 2017). Activities that potentially stimulate enjoyment have to be positively valued and perceived as controllable by the person (Pekrun, 2018). Control-value theory argues that enjoyment not only promotes the use of effective and creative learning strategies, but also fosters interest (Pekrun, 2006). Enjoyment and interest bear similarities as they both represent positive emotions, but while interest implies pursuing to investigate a specific object in detail, enjoyment describes the feeling of joy and satisfaction about this object (Ainley & Hidi, 2014). Hence, interest and enjoyment are likely to arise simultaneously. Empirical studies support this assumption, but also emphasize that the strength of the couplings varies across domains, depending on the students' developmental level and on the past experiences in the specific domains (Ainley & Hidi, 2014). However, Ainley and Ainley (2011) found positive relations in the field of science.

8.2.4 Fostering interest in science

Since on average students' interest in science declines during secondary school more than their interest in other subjects (Krapp & Prenzel, 2011), it is necessary to foster or at least maintain students' interest, especially in science. This process of developing interest by integrating methods that catch the learners' attention in lessons is called 'triggering' (Renninger et al., 2019). The aim of fostering interest is addressed by many researchers. This extensive research led to a great variety of possible triggers. One potential trigger is the topic students are engaged in (Broman et al., 2020; Habig et al., 2018; Hoffmann et al., 1998). Most studies focused not only on the question of which topics are interesting to students, but also on e.g., gender differences. These studies indicate that female students are more often interested in topics regarding health and nutrition (Jones et al., 2000), natural phenomena (Hoffmann et al.,

1998), and environmental protection (Elster, 2007). In contrast, male students showed higher interest in how an atomic bomb works and in radioactivity (Elster, 2007), batteries (Jones et al., 2000), and gravity or the absence of gravity in space (Elster, 2007).

In an exploratory study, Palmer (2009) identified further triggers: He found that perceived success in learning, choice (often referred to as 'autonomy'), novelty/suspense/surprise, physical activities (often referred to as 'hands-on activities'), and social involvement foster students' interest in science lessons. Other studies also observed that feedback (Matthews, 2004), group work (Jack & Lin, 2017), computers/technology (Swarat et al., 2012), or adequately challenging tasks (Logan & Skamp, 2013) can act as triggers for interest. However, there is no consensus about the effect of most triggers: In contrast to Palmers' findings, for instance, Holstermann et al. (2010) detected that not every hands-on activity is perceived as interesting. Consequently, most trigger-categories can be considered as too broad: Not every hands-on activity triggers interest in each student, nor does every integration of computers or technology (Bryan et al., 2011).

Therefore, recent studies focus not only on triggers, but also on the perception by the students: Durik, Hulleman et al. (2015) summarize that the perception and effectiveness of a specific trigger depends, among others, on the students' initial individual interest and self-concept. Mathematics learners with a low individual interest gained higher situational interest when the activities were enhanced with superficial details, while the same activities tended to result in lower situational interest for learners with high individual interest. The authors also outline that the emphasis of utility value was perceived differently depending on students' self-concept. Another study focuses on the triggering process at the initial phases of interest development (Renninger et al., 2019): They examined the perception of different triggers (e.g., group work, hands-on activities) in relation to learner characteristics (e.g., sociability, awareness). The findings show that interest is generated and maintained during group work when learners' sociability is high, e.g., by using hands-on activities, the learners' emotionality, independence and openness should be high. These studies emphasize that the processes of triggering (and maintaining) interest is rather complex and not yet fully understood.

8.2.4.1 Formative Assessment

To gain a more detailed insight in the triggering process, the current study focuses solely on the trigger of formative assessment and its perception in relation to different learner characteristics (see Section 8.4.3). This focus is based on a former exploratory study in which we found that feedback, and more specifically formative assessment, are effective triggers for situational interest across different scenarios, e.g., interactive quizzes (cf. Ochsen et al., 2020).

Building on Ramaprasads' (1983) three aspects of feedback (1. current status of the learner, 2. determination of where they are going, 3. showing what have to be done to reach

the goal), Wiliam and Thompson (2008) postulated five key strategies of formative assessment (Table 14). Commonly, solely the role of the teacher is considered in this process (Black & Wiliam, 2009), but William and Thompson (2008) also acknowledge the role of the learner and his/her peers because they are vital to the learning process as well (key strategies 4 and 5, Table 14). A main difference between teacher-assessment (key strategies 1 – 3) and self-assessment (key strategy 5) is that students have to anticipate what they are doing correctly on their own and also diagnose the potential gap between their own work and the learning goals provided by teachers (Andrade, 2010). Self-assessment, hence, is on the one hand challenging, but can on the other hand empower achievement, self-regulation and motivation if it is implemented successfully (Andrade & Valtcheva, 2009). Typical approaches to implement self-assessments are *rubrics*, *learning logs*, or *checklists*, because they explicitly state learning goals. Students can use these goals to compare their own work and to classify their achievement level (Wong, 2017).

Table 14. Key strategies of formative assessment (from Wiliam & Thompson, 2008)

	Where the learner is going	Where the learner is right now	How to get there
Teacher	1. Clarifying learning intentions and criteria for success	2. Engineering effective classroom discussion and other learning tasks that elicit evidence of student understanding	3. Providing feedback that moves learners forward
Peer	Understanding and sharing learning intentions and criteria for success	4. Activating students as instructional resources for one another	
Learner	Understanding learning intentions and criteria for success	5. Activating students as the owners of their own learning	

Thus, one main goal of formative assessment is to help students understand what is expected from them and where they are in their learning process, but also for teachers to gain insight into the learning process of their students and to adapt their lessons to help the students advance. This method helps teachers focus not only on students actively participating in the lesson, but also on students who cannot or do not want to participate (Shavelson et al., 2008).

The focus of studies analyzing formative assessment is often the impact on achievement and learning progress. The reason for this focus is that formative assessment tries to help students meeting the learning intentions and criteria for success (Black & Wiliam, 1998; Kingston & Nash, 2011). The results of these studies indicate that formative assessment contributes positively to students' learning and achievement across domains on average, with a more positive impact on low-achieving students.

In addition, empirical findings regarding the effect of formative assessment on motivational variables are rather unclear. Traditional methods of formative assessment were implemented and their effect on students' interest examined by Yin et al. (2008). Contrary to their hypothesis, they found no effect on students' interest. According to the authors, a possible reason for this result could be a variation in the teachers' classroom management and in the usage of informal formative assessment settings. By using interactive quizzes to implement formative assessment in the classrooms, Wang and Tahir (2020) can show that this approach revealed an increase in interest and motivation of almost all students regardless of gender, prior achievement or interest, which is mainly traced back to the game-based nature of quizzes. These studies in the field of science solely examined the effect of formative assessment on students' interest without considering further variables. Other studies examined effects on interest or motivation, but also considered other variables like the perceived usefulness of the feedback (Pinger et al., 2016; Rakoczy et al., 2018). Another approach is to contemplate mastery goal orientation as a mediator variable. Formative assessment is assumed to strengthen a mastery goal orientation (Cauley & McMillan, 2010) which in turn is positively linked to interest (Harackiewicz et al., 2000).

8.3 Research Questions

In summary, the explicit fostering of students' interest in science is an important and necessary intention in science lessons, but interest triggers as well as the underlying mechanisms are still not fully understood. Thus, the scope of the current study is to contribute to this research field by examining the effectiveness of formative assessment as a potential trigger of situational interest in relation to learner characteristics like prior knowledge, gender, students' science self-concept, enjoyment as trait, and individual interest. Although the potential trigger is formative assessment, a great variety of possible formative assessment methods exists. Based on findings of a prior study, three different methods of formative assessment were selected and developed into interventions (Ochsen et al., 2020). These methods differ in their focus, ranging from a content-focused approach (*LBB*¹⁷; I1) to an inquiry-focused approach (*rubric*; I2) to a game-based approach (*Kahoot!*-Quiz; I3; cf. Section 8.4.2.1). This study was guided by the following Research Questions and hypotheses:

1. To which extent does each formative assessment-intervention (*LBB*, *rubric*, *Kahoot!*) contribute to the students' situational interest?

We expect the three formative assessment-interventions to have a positive effect on students' situational interest, as they are all different approaches of formative assessment (cf.

¹⁷ LBB is the abbreviation for 'Lernbegleitbogen', a kind of portfolio method. For an explanation of this method, see Section 5.2.1.

Section 8.2.4.1). Nevertheless, the effects of the interventions on the students' situational interest are expected to vary. In particular, the *Kahoot!*-Quiz, as an approach of game-based learning and therefore probably appealing to all students, is thought to have the strongest effect, while the *LBB* with the clearest focus on chemical content is expected to have the weakest effect.

2. To which extent are the effects of the interventions on the students' situational interest moderated by the students' evaluation of these interventions?

At the end of the study, students rated the interventions in terms of fun and usefulness (see Section 8.4.1). Interaction effects were calculated to investigate this Research Question: A positive interaction effect would imply that students who rated the interventions more positively benefited more from these interventions in terms of their situational interest. We expect all interactions to be positive, because prior studies showed positive couplings between perceived usefulness of feedback and students' interest (Rakoczy et al., 2018).

3. To which extent are the effects of the interventions on the students' situational interest moderated by the students' enjoyment?

Based on the literature, a positive correlation is expected between situational interest and enjoyment (Ainley & Ainley, 2011; Rathunde & Csikszentmihalyi, 1993). Enjoyment and interest often, but not exclusively, arise together (Ainley & Hidi, 2014). In order to analyze this Research Question we again calculated interaction effects. We expect that students who report a higher enjoyment during pre-test will experience higher situational interest during the interventions. Furthermore, we anticipate the effect size to vary between the interventions because we expect the students' enjoyment to contribute more to a higher situational interest during the content-based interventions. The game-based intervention is expected to be (situationally) interesting regardless of the students' general enjoyment.

4. To which extent are the evaluations of the interventions associated with gender, grade, scientific self-concept, individual interest, and enjoyment of the students?

To gain more detailed insights, this Research Questions compares the effect of all considered variables on the intervention evaluations. We expect students' individual interest to have a positive effect on evaluations of content- and inquiry-based interventions (I1 and I2) as former research confirmed a positive relationship between interest and the evaluation of a utility value-intervention (Hulleman et al., 2010). However, we anticipate no effect or a lower positive effect on the evaluation of the I3, because interactive quizzes should trigger the interest of all students independent of their prior individual interest (Wang & Tahir, 2020). Moreover, the association to the chemistry grade is expected to vary across the evaluations: While better

grades are likely to have a positive effect on the evaluation of more content-focused interventions, the evaluation of the game-based intervention is expected to be independent of the chemistry grade. In former research, game-based learning approaches were perceived as interesting and helpful independently of the students' prior achievement (Yeh et al., 2019). Due to the strong correlation between (science) self-concept and achievement, it is assumed that the former has similar effects on the evaluation of the interventions, but that they may not outweigh the effect of achievement on the evaluation (Denissen et al., 2008).

8.4 Methods

8.4.1 Sample

This study was conducted in five secondary schools in Northern Germany. $N = 200$ students (53.3 % female, with an average age of 14.51 years), distributed across eight classes and five schools took part. The classes were taught by six different teachers. All students attended Grade 9 at a "Gymnasium" (the highest educational track in German secondary education). Participation in the study was voluntary for teachers as well as for students. The study was conducted within the unit "acids and bases" which is embedded in the curriculum for Grade 9. The focus is solely on chemistry education as in Germany from Grade 7 the science domains are taught separately.

8.4.2 Study design

The study is a combination of an observational and an intervention study: The observation was conducted over a time period of six to eight lessons with the total length varying between classes due to organizational components. During the observations, the lessons were protocolled and the students rated their situational interest repeatedly using a tablet they were handed at the beginning of each lesson. The measurements of situational interest took place after each phase of a lesson during the study (see Figure 13). The phases were divided in terms of the content, method, and activity, e.g., an experimental phase, an introductory phase or an intervention phase¹⁸. The division of the lesson into phases was discussed with the teachers before the lesson. In total, $N = 6236$ ratings of situational interest were generated during this study (including missing data; see Section 8.4.4). The number of ratings in each lesson ranged from 1 to 9 ($M = 4.36$, $SD = 1.83$).

¹⁸ It is beyond the scope of this article to further analyse phases not including interventions. Therefore the descriptions of the phases and their division do not go into more detail. The phases that did not include an intervention were all treated equally.

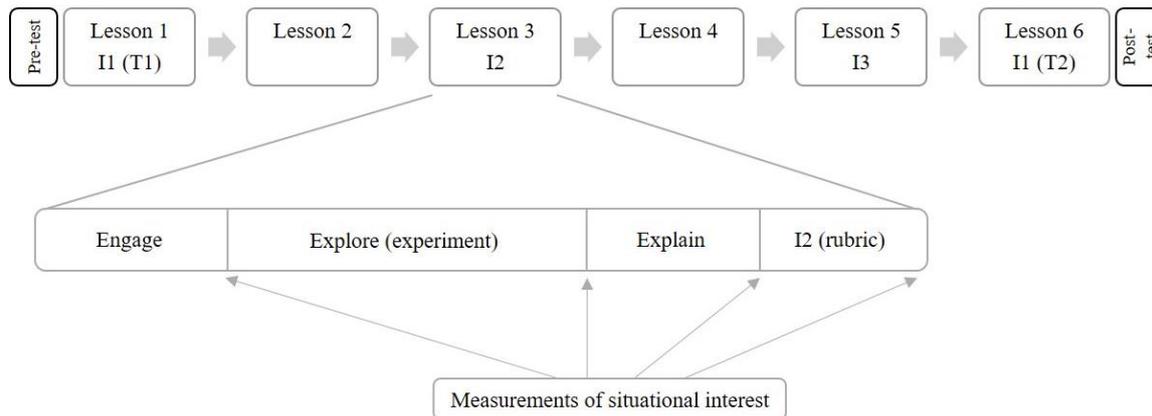


Figure 13. Study design

Note. The course of the study and the lesson is exemplary. There is variation in the number of lessons and the number of situational interest-measures per lesson due to content and course of the lesson.

Within these observations, three interventions of formative assessment were implemented in each class. As it was a major concern of the study to disrupt lessons as little as possible, both the regular classes as well as the interventions were implemented by the teachers after receiving detailed instructions. After the interventions, the students' situational interest was also surveyed. The study is framed by a pre- and post-test.

8.4.2.1 Interventions

The different interventions were prepared to foster specific student interactions with the content and/or practices in a given lesson. Accordingly, the different methods employed in this study were neither initiated spontaneously as a response to spontaneous utterances of students (on the fly), nor were these formal, curriculum-embedded assessments (cf. Shavelson et al., 2008), but rather standardized, pre-planned procedures aligned to the content of the lesson. While all methods contain self- and teacher-assessment, each method also places a specific emphasis.

I1 was administered at the beginning of the unit "acids and bases". As a writing-to-learn approach, a portfolio method (called Lernbegleitbogen; *LBB*; see supplementary material D1) was used which asks students to write down their understanding and explanation of a given process or phenomenon. In the current study, the *LBB* was contextualized by acid reflux and the appropriate medication which contains a base to neutralize the excess gastric acid. At the beginning of the course the students had no knowledge about neutralization reactions. Nevertheless, they were asked to watch three different videos: All videos showed the process of a neutralization reaction on a submicroscopic level, but only one video showed the scientifically correct process (Kelly, 2020). The other two videos visualize typical alternative conceptions of neutralization reactions or submicroscopic processes in general. The students were asked to decide which video is correct and to explain their answer based on their prior knowledge. At

the end of the unit, their own *LBB* was again distributed to the students and they were requested to watch the videos again. The students were asked to decide and explain whether and why their first decision was correct and – if necessary – to revise or elaborate on their first answer, based on their gained knowledge. Repeatedly working on the same task and eventually revising one's initial answer makes the learning process of the students visible to themselves and connects their prior knowledge about molecules and ionization with their new knowledge about acids and bases.

I2 (*rubric*) is not tied to a specific time during the intervention but rather to the conduction of an experiment which contained the typical phases of scientific inquiry, e.g., the formulating hypotheses or the design and conduction of investigations to check the generated hypothesis (Rönnebeck et al., 2015). After having conducted these inquiry activities, the students reflected on and evaluated their performance during these activities. Namely, they reflected on their use of science tools, their systematic work and their teamwork using a *rubric*. This *rubric* was adapted from White and Frederiksen (1998). Each aspect is briefly described to show the students aspects of meaning. Below the description the students made notes about what they did well and where they see potential for improvement. Finally, they assessed their performance on a scale of 1 to 5 (see supplementary material D2).

Another method of formative assessment are interactive quizzes which was used in I3 with the software '*Kahoot!*'. This intervention offers not only the possibility of self-assessment but also teacher-assessment: The teacher gains insight into the class' knowledge by seeing all answers, albeit without an allocation to the individual students. Yet, the individual student knows whether he/she gave the right answer and he/she can place him-/herself in the class context because he/she knows how many classmates have answered the specific question correctly. Furthermore, the software *Kahoot!* provides a ranking of all participants taking into account the correctness and speed of the answer. A list of exemplary items regarding acids and bases for this quiz is provided in supplementary material (D3).

Despite the similarities between the interventions like the categorization according to Shavelson et al. (2008), the foci of the interventions vary: I1 concentrates strongly on chemical content (neutralization reactions), while I2 focuses more on scientific inquiry. I3 combines the content focus with a game-based learning approach.

8.4.3 Instruments

8.4.3.1 Situational interest

The measurement of situational interest was adapted from Palmer (2009) who used one item to survey situational interest in order to capture the ephemeral variable properly. Another benefit of this method in this context is that the disruption of the lessons were kept to

a minimum. The students were asked how interesting the previous part of the lesson was. They answered on a 4-point rating scale ranging from 1 = “uninteresting” to 4 = “very interesting”.

8.4.3.2 Pre-/Post-Test

Before conducting the study, the students' individual interest in specific school science activities, general enjoyment and science self-concept in addition to personal variables such as gender, age and chemistry grade (Table 15), were surveyed. A complete list of all items is summarized in supplementary material (D4). Individual interest was measured using the adapted RIASEC+N-Model which was validated in prior studies (e.g., Dierks et al., 2016; Höft et al., 2019). The instrument measures students' individual interest in different school science activities, e.g., carrying out experiments, planning investigations, or debating about science topics with peers. Students' ratings of how much they were interested in doing these activities in chemistry lessons on a 4-point Likert scale (ranging from 1 = 'I am not interested at all in doing this' to 4 = 'I am very interested in doing this') were condensed to a general factor of their individual activity-related interest.

Furthermore, enjoyment was assessed using three items. Enjoyment is a positive achievement emotion according to the control-value theory (Pekrun, 2006) and is closely linked to a focus on the task (also called flow experience) and increased intrinsic motivation (Pekrun, 2018). The scale consists of three items, e.g., *'Chemistry is fun'*.

The science self-concept was assessed using eight items from different studies (e.g., Marsh et al., 2008, *'I would much prefer chemistry if it weren't so hard'*; Schöne et al., 2012, *'I manage chemical tasks better than my fellow students'*). The reliabilities of the three scales were analyzed by calculating Cronbach's α . The results indicate a sufficient reliability for each scale ($\alpha = [.84, .88]$, Table 15).

The post-questionnaire included evaluations of the interventions described above. Participants were asked to rate how strongly they agreed with each statement on a 4-point rating scale (from 1 = 'I strongly disagree.' to 4 = 'I strongly agree.'). Each evaluation contained the following statements: *'Intervention X was helpful for me to gain new knowledge'*, *'I enjoyed working on the task'* and *'I would like to work on similar tasks more often'*. Because of the associated experiment to I2, the items were slightly adapted and a fourth item was added: *'The rubric showed me the aspects of experimenting that I master well and the ones with room for improvement'*. Reliability was again calculated using Cronbach's α . The results indicate an abundant reliability ($\alpha = [.77; .79]$, Table 15).

8.4.4 Treatment of missing data

We used multiple imputation (MI) to handle the missing data and conducted all analyses on the basis of the imputed data because some of the variables contained a substantial number of missing values (Schafer & Graham, 2002). Specifically, following recent recommendations in the statistical literature, we used multilevel substantive-model-compatible MI which allowed us to take both the nested structure of the data and the hypothesized interaction effects into account (for a discussion of these methods, see Enders et al., 2020; Lüdtke et al., 2020). To implement this procedure we used the R package *mdmb* (Robitzsch & Lüdtke, 2020) and generated 100 imputations (Graham et al., 2007). The convergence of the imputation algorithm, which we checked with the \hat{R} statistic and by investigating diagnostic plots, was satisfactory with \hat{R} values strictly below 1.05. To pool the results across the imputed data sets, we used Rubin's (1987) rules as implemented in the R package *mitml* (Grund et al., 2016).

8.4.5 Data analysis

Multilevel analyses were calculated using the statistical software *R* (version 3.5.1) with the packages *lme4* and *mitml* (Bates et al., 2015; Grund et al., 2019; R Core Team, 2018). Ignoring the hierarchically nested structure of the data set could lead to a violation of independence assumptions and to biased results (Snijders & Bosker, 2012). In the context of the current study, another advantage of multilevel analysis is the consideration of within- and between-person variables: The ratings of situational interest (Level 1) are nested within students (Level 2) which are nested in classes (Level 3; see Figure 14). Due to the small sample size at Levels 3 and 4, the multilevel analyses only took the first two levels directly into account (i.e., measurement occasion nested in students). In addition, we used group mean centering to control for the differences at the class and school level, respectively, by centering all Level-1 and Level-2 variables at their class means.

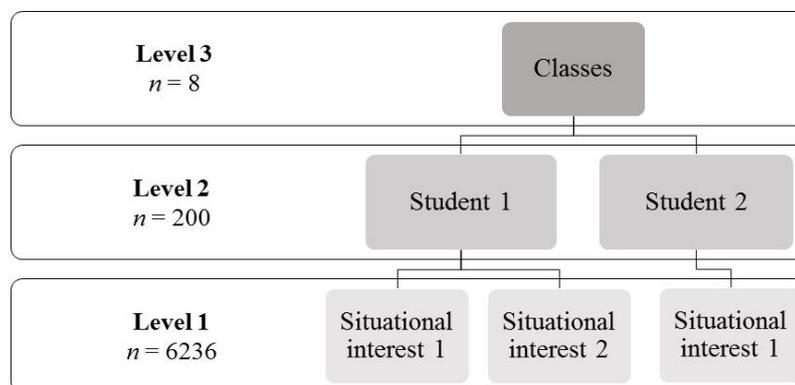


Figure 14. Structure of hierarchical nested data

A random intercept model is calculated to answer Research Question 1.¹⁹ In this model the slope is fixed but the intercept varies across the students. This model is extended to answer Research Questions 2 and 3 with cross-level interaction effects. These interaction effects are calculated between two variables on different levels and the dependent variable (measures of situational interest).

For the fourth Research Question, the hierarchical structure of the data could be ignored because all relevant variables are assessed on the same level (Level 2). For this purpose, structural equation modelling is used with the evaluations of the interventions as dependent variables. These are predicted by gender, chemistry grade, science self-concept, enjoyment, and individual interest. The statistical software *R* (version 3.5.1) was used with the package '*lavaan*' (R Core Team, 2018; Rosseel, 2012).

8.5 Results

8.5.1 Descriptive Statistics and preliminary multilevel analysis

Descriptive statistics are depicted in Table 15. The variables individual interest, enjoyment, and science self-concept were measured at pre-test. The interventions were rated by the students during post-test and the measures of situational interest were taken continuously throughout the study.

Table 15. Descriptive statistics, reliabilities (Cronbach's α) and the proportion of missing data of the pre-test variables, the measures of situational interest and the intervention-evaluations from post-test

Variable	<i>n</i> Items	<i>M</i> ^a	<i>SD</i>	Cronbach's α	Missing Data
Situational interest	1	2.61	0.88	-	
Situational interest I1	1	2.37	0.80	-	27.23%
Situational interest I2	1	2.58	0.82	-	
Situational interest I3	1	3.39	0.84	-	
Individual interest	29	2.77	0.40	.88	21.60%
Enjoyment	3	2.93	0.68	.88	21.60%
Science self-concept	8	2.74	0.56	.84	21.60%
Chemistry grade	1	2.61 ^b	1.06	-	22.46%
Evaluations of the interventions					
<i>LBB</i> (I1)	3	2.36	0.74	.79	14.88%
<i>Rubric</i> (I2)	4	2.55	0.62	.77	19.07%
<i>Kahoot!</i> (I3)	3	3.06	0.74	.78	37.08%

^a Higher values indicate higher expression of the scale.

^b Lower values indicate higher achievement ranging from 1 = best to 6 = worst.

M = mean; *SD* = standard deviation; α = Cronbach's alpha, all items were rated on a 4 point rating-scale

¹⁹ Random slope models were not considered, because they failed to converge.

To assess the impact of the different interventions on the students' situational interest a multilevel model was prepared by adding step by step groups of predictors that are assumed to impact situational interest as well (Table 17, Mod0 and Mod1). First, the null model was calculated to analyze the between- and within-group variance. The intraclass correlation (ICC = 0.177) indicates that 17.7% of variance is accounted for by the student level. Afterwards, time²⁰ as a control variable and learner characteristics (gender, grade, enjoyment, individual interest and science self-concept) were added to the model (Mod1). A significant, but small negative effect was identified ($\beta = -0.05$, $SE = 0.01$, $p < .001$), indicating that students' situational interest decreases slightly over the course of the unit. Appending gender and chemistry grade as predictors revealed no effect of these variables on the students' situational interest. While enjoyment ($\beta = 0.13$, $SE = 0.05$, $p < .01$) has a positive effect on situational interest, no impacts of individual interest ($\beta = 0.08$, $SE = .04$, $p = .083$) and science self-concept ($\beta = 0.09$, $SE = .05$, $p = .061$) were found. To assess the overall explained variance of the model independent of the level, R_1^2 (SB) is used (Snijders & Bosker, 2012). The previous predictors explain 13.9% of the overall variance. Taking a closer look solely on Level 2, as all predictors are Level 2 variables, a proportion of 68.3% of variance is explained. The more detailed model (Mod1) fits the data best (see Table 16).

8.5.2 To which extent does each formative assessment-intervention (*LBB*, *rubric*, *Kahoot!*) contribute to the students' situational interest?

In a next step, the three interventions were added as dummy codings to the model (Mod2). I1 is separated into two parts: the first and second administration of the *LBB* (for details, see Section 8.4.2.1). The first administration (I1 T1) has a large negative effect ($\beta = -0.63$, $SE = 0.07$, $p < .001$) on the situational interest of the students. This effect shrinks at the second administration (I1 T2), but remains negative ($\beta = -0.17$, $SE = 0.08$, $p < .05$). For I2 (*rubric* on phases of scientific inquiry), no effect on the situational interest is observed ($\beta = -0.06$, $SE = 0.08$, $p = .470$). Hence, this intervention does not contribute to the students' situational interest. In contrast, students report substantially higher situational interest in the third intervention I3 ($\beta = 0.98$, $SE = 0.08$, $p < .001$). This model fits better than Mod1 (Table 16).

8.5.3 To which extent are the effects of the interventions on the students' situational interest moderated by the students' evaluation of these interventions?

First, the evaluations of the interventions were added to the model (Mod3). Only the evaluation of I2 is significantly related to the students' situational interest. The positive effect indicates that students with a general high situational interest rated the *rubric* better ($\beta = 0.10$, $SE = 0.04$, $p < .01$). Next, cross-level interactions between the intervention and the related

²⁰ Time was coded as the sequence of observed lessons.

evaluation were calculated (Mod 4). A positive interaction effect between the students' situational interest during the different interventions and their evaluations would imply that students who rated the interventions more positively benefited more from these interventions. On the contrary, a negative interaction effects represents that students who rated the intervention negatively benefited more from the related intervention. The results indicate that students who perceived the intervention *LBB* (I1; second application, $\beta = 0.20$, $SE = 0.08$, $p < .05$) more helpful and positive also experienced higher situational interest during these interventions. This is neither valid for the first application of the *LBB* (I1; $\beta = 0.01$, $SE = .08$, $p = .818$) or *Kahoot!* (I3; $\beta = 0.22$, $SE = .11$, $p = .060$), nor for the *rubric* (I2; $\beta = -0.10$, $SE = .08$, $p = .210$). This model fits better than Mod3 (Table 16).

Table 16. Results of Wald-test to compare the model fit

Model 1	Model 2	F-value	df1	df2	$p(>F)$	RIV ¹
Mod1	Mod0	21.22	6	4524.16	0.000	0.56
Mod2	Mod1	41.98	4	5174.50	0.000	0.38
Mod3	Mod2	2.78	3	1730.34	0.040	0.70
Mod4	Mod3	2.81	4	3485.23	0.024	0.50

¹ RIV = relative increase in variance due to nonresponse

Table 17. Multilevel analysis predicting students' situational interest by time, individual characteristics, three interventions (I1 with two administrations T1 and T2, I2 and I3), students' evaluations of these three interventions and interactions between evaluations and situational interest during the interventions in terms of standardized regression coefficients based on random intercept models

Fixed effects	Mod0		Mod1		Mod2		Mod3		Mod4	
	β	SE	β	SE	β	SE	β	SE	β	SE
Intercept	0.00***	0.03	0.17	0.10	0.26***	0.10	0.30***	0.10	0.30***	0.09
Time	-	-	-0.05***	0.01	-0.08***	0.01	-0.08***	0.01	-0.08***	0.01
Grade ¹	-	-	-0.03	0.03	-0.03	0.04	-0.04	0.04	-0.04	0.03
Gender ²	-	-	0.13	0.08	0.13	0.07	0.14	0.09	0.14	0.08
Enjoyment	-	-	0.13**	0.05	0.13**	0.05	0.10*	0.05	0.10*	0.05
Individual interest	-	-	0.08	0.04	0.08	0.04	0.05	0.08	0.08	0.04
Science self-concept	-	-	0.10	0.05	0.10*	0.05	0.08	0.05	0.05	0.05
I1 T1 (<i>LBB</i>)	-	-	-	-	-0.63***	0.07	-0.63***	0.08	-0.63***	0.07
I1 T2 (<i>LBB</i>)	-	-	-	-	-0.17*	0.08	-0.17*	0.08	-0.17*	0.08
I2 (<i>rubric</i>)	-	-	-	-	-0.06	0.10	-0.06	0.08	-0.06	0.08
I3 (<i>Kahoot!</i>)	-	-	-	-	0.98***	0.08	0.98***	0.10	0.98***	0.10
Evaluation of I1 (<i>LBB</i>)	-	-	-	-	-	-	0.02	0.04	0.02	0.04
Evaluation of I2 (<i>rubric</i>)	-	-	-	-	-	-	0.10*	0.04	0.10*	0.04
Evaluation of I3 (<i>Kahoot!</i>)	-	-	-	-	-	-	-0.02	0.04	-0.02	0.04
Interactions										
Evaluation I1*I1 T1 (<i>LBB</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.08
Evaluation I1*I1 T2 (<i>LBB</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20*	0.08
Evaluation I2*I2 (<i>rubric</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.10	0.08
Evaluation I3*I3 (<i>Kahoot!</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.11
Explained variance										
$R^2_{\text{level 1}}$	0		0.021		0.058		0.058		0.060	
$R^2_{\text{level 2}}$	0		0.683		0.667		0.693		0.693	
R^2_1 (SB)	0		0.139		0.166		0.171		0.172	

1 Lower values indicate higher achievement ranging from 1 = best to 6 = worst.

2 0 = female, 1 = male

β = regression coefficient, SE = standard error, R^2 = explained variance; *p <.05; **p <.01; ***p <.001

8.5.4 To which extent are the effects of the interventions on the students' situational interest moderated by the students' initial enjoyment?

In order to analyze this Research Question, cross level interactions were added to Mod4 including an interaction between the interventions and students perceived enjoyment. No significant effects prevailed²¹. This indicates that the amount of situational interest which students experience during the interventions seems unrelated to the general enjoyment that students experience during chemistry lessons. To gain deeper insights into the triggering process of situational interest, we decided to analyze more detailed which affective and motivational constructs influence students' evaluations of the interventions.

8.5.5 To which extent are the evaluations of the interventions associated with gender, grade, science self-concept, individual interest, and initial enjoyment of the students?

Structural equation modelling revealed differences in the perceptions of the interventions by gender (Figure 15). Male students better evaluated the *LBB* (I2; $\beta = 0.21$, $p < .05$) and *Kahoot!* (I3; $\beta = 0.25$, $p < .01$) than female students. No gender effect was observed for the *rubric* (I1). There are also differences between the interventions with regard to the chemistry grade: While students with a higher grade (i.e., lower achievement) rated the interventions *LBB* (I1) and the *rubric* (I2) better, no such effect could be found for the evaluation of the *Kahoot!* quiz (I3).

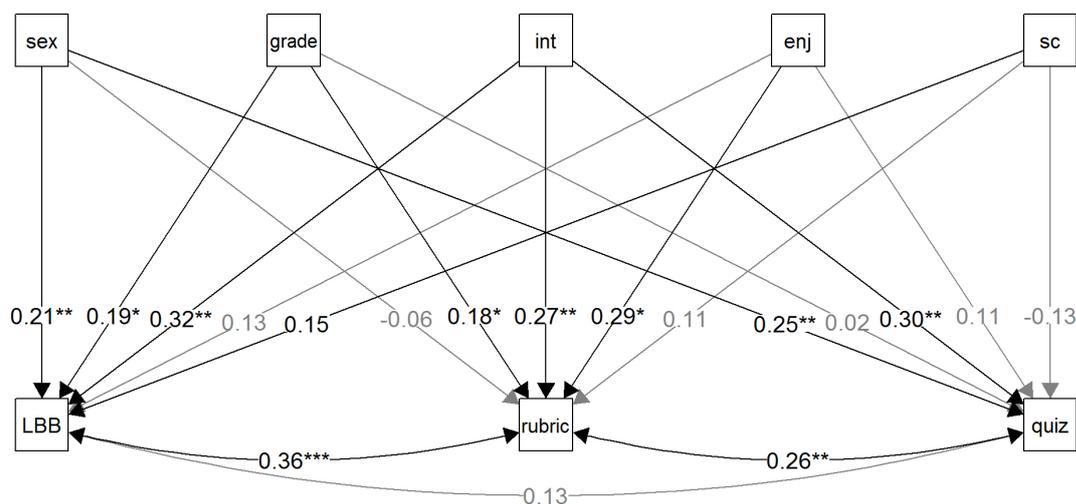


Figure 15. Structural equation model predicting students' evaluation of Kahoot!-quiz (quiz), LBB and rubric by gender (sex), chemistry grade, individual interest (int), enjoyment (enj), and science self-concept (sc); Standardized regression coefficients, * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

²¹ The results are provided in supplementary material (D5).

Analyzing the affective-motivational constructs revealed additional differences between the evaluations of the interventions: While students with a higher individual interest rated all interventions higher ($r = [0.27; 0.32]$), a prior higher enjoyment only affected the evaluation of the *rubric* ($\beta = 0.29, p < .05$) positively. The science self-concept of the students had no influence on any evaluation. The proportion of explained variance varies across the interventions: While it is relatively high for the *rubric* (I2, 31.5%) and *LBB* (I1, 27.5%), it is at the same time notably lower for *Kahoot!* (I3, 14.2%).

8.6 Discussion

The scope of the study entails examining the effectiveness of formative assessment as a trigger of situational interest and factors that potentially influence its perception. Three different examples of formative assessment were implemented in regular science lessons to adequately reflect the variability of this method. The results revealed that only one of the three methods of formative assessment revealed a positive effect on students' situational interest. The evaluations of the interventions were analyzed further in order to gain more knowledge of the triggering-process. The effects of grade, gender, individual interest, enjoyment, and science self-concept on the evaluation of the interventions vary according to the different interventions.

8.6.1 Impact of interventions on students' situational interest

The comparison of the three formative assessment interventions (RQ1) indicates that they address students' situational interest to varying degrees: While the quiz triggered students' situational interest, which is in line with other research (Wang & Tahir, 2020), the other interventions did not (I2) or even had a negative impact on situational interest (I1). Hence, not all methods of formative assessment foster situational interest, contrary to our hypothesis. Yin et al. (2008) reported similar results for their formative assessment interventions. They attributed their results to several reasons, two of which could also be relevant in this context: First, teachers might not exploit the full potential of the interventions, for example by not adapting their teaching to the results. Second, the teachers were not involved in the process of developing the interventions. Instead, they were only asked to implement the prepared intervention materials in their lessons. Especially regarding the *rubrics*, this might be problematic: If the *rubric* was designed in cooperation with students, both teachers and students can jointly define common learning goals, which can be helpful for students by fostering not only interest, but also achievement (Baron, 2016; Granbom, 2015). Furthermore, the students' familiarity with the applied methods might also be vital: The teachers stated that most students were unfamiliar with both the *LBB* and *rubrics*, but

familiar with interactive quizzes. If students had been accustomed to using these methods before they would have been capable to use them in a more helpful and supportive way for their learning progress and might have experienced them more interesting. Especially tools for self-assessment require practice (Andrade, 2010). Justifications based on design and content are also conceivable in addition to these methodological reasons. *LBB* and *rubric* are, in contrast to the game-based interactive quiz, more similar to traditional classroom activities and therefore not perceived as more interesting, in terms of innovativeness, than the other classroom activities (Kickmeier-Rust et al., 2014). However, quizzes have also limitations, e.g., more complex tasks cannot be integrated (Murciano-Calles, 2020).

Students who reported higher situational interest during *LBB* (T2) also better evaluated this intervention (RQ2). This is neither valid for the *rubrics* nor for the *Kahoot!*. Nevertheless, students who generally reported higher situational interest during the *rubric* better rated this intervention. The differentiated perception and evaluation of the interventions can be explained in more detail by taking the learner characteristics into account.

8.6.2 Impact of learner characteristics on students' evaluations of interventions

To consider only the students' enjoyment as learner characteristic that influences the students' situational interest during the interventions did not lead to meaningful results (RQ3). Contrary to the hypothesis formulated at the beginning no significant interaction effect prevailed. Because of the reported positive correlations between interest and enjoyment (Ainley & Ainley, 2011), we assumed that students with higher enjoyment would profit higher from the interventions than students with lower enjoyment. In this study, however, the measurement of enjoyment was conducted at the beginning and therefore represents the average expression as a trait during chemistry lessons. Enjoyment, nonetheless, has also a situation-specific proportion (Pekrun, 2006). The measurement in this study does not determine the amount of enjoyment experienced in a specific situation (e.g., during the interventions) which could be the cause for the non-significant interaction effects.

Taking other learner characteristics into account might also be important for the perception of the interventions: This approach was extended and besides enjoyment, grade, gender, science self-concept, and individual interest were contemplated as predictors of the students' intervention evaluation (RQ4). Male students better evaluated the quiz and *LBB* on average than female students. Due to the relative novelty of the software the previous findings about gender differences in the perception of interactive quizzes (especially *Kahoot!*) are unclear. However, effects of gamification in connection with formative assessment on interest were already examined. The element of competition was identified to be more interesting to male students (Kickmeier-Rust et al., 2014). This element is very

prominent in *Kahoot!*, because an automated ranking is created after each question during the quiz. Previous research showed that game-based learning can foster interest independently of prior achievement (Yeh et al., 2019). This result was replicated in the current study specifically for *Kahoot!*. The other interventions, however, were rated higher by students with lower achievement which could indicate that these interventions are particularly appealing to. This is in line with prior research on formative assessment (Cauley & McMillan, 2010). As a limitation, it must be mentioned here that achievement was assessed based only on the previous chemistry grade.

Positive effects of individual interest on the evaluations of each intervention were found, consistent with the research hypothesis. All three interventions are therefore rated higher by students who already have a high initial interest in chemistry. Interestingly, the interventions were perceived as more helpful and interesting by low-achieving students but not by students with low individual interest. Because of the strong positive couplings between individual interest and self-concept (Denissen et al., 2008), the latter one was expected to have similar effects on the students' evaluations. This assumption could not be confirmed. Rather, no effects of the students' self-concept were found. This result is contrary to findings from (Durik, Hulleman et al., 2015) who emphasized the important role of the students' self-concept as a moderator of perceived situational interest. The authors also highlight the importance of the situation. Compared to their study, the situations in which the relations were examined differ which can be an explanation for the alleged contradiction of the results: The current study examines effects of formative assessment on students' situational interest. Durik et al. (2015) examined catch features as a potential trigger of students' situational interest. While catch-features like bright colors and engaging pictures triggers situational interest of students with low individual interest, it also enhances the situational interest of students with high individual interest. The students' self-concept again was shown to be particularly important when situational interest should be triggered through self-generated utility value (Durik, Hulleman et al., 2015). The comparison between these two studies illustrates that the triggering process is rather complex and depends on characteristics of both the learner and the situation (Renninger et al., 2019).

This study provides evidence that the categories in which triggers (e.g., feedback) are classified are too rough. The results indicate that formative assessment is not per se perceived as interesting by the students. Comparing the results of this study with prior research also reveals that the learner characteristics in different situations influence the emergence of situational interest to different degrees. This conclusion is supported by Grünkorn et al. (2020) who in an international comparative study found that the perception of lessons is not solely dependent on the quality of the offer (in this case, quality of the interventions), but also to a substantial degree on the learner.

8.7 Limitations

The study was conducted in a part of a federal state in Northern Germany. Moreover, all students attended the Gymnasium, which is the highest track of secondary schools in Germany. Thus, the results are not representative for the federal state nor for the student population in secondary education.

The measurement of situational interest consisted of one item which might be a restriction as well. We adapted this measurement from Palmer (2009) to catch the instable and transient state of situational interest and to disrupt the lessons as little as possible. In terms of practical implementation, the standardization of the interventions is limited by the fact that the interventions were taught by the teachers. Before the specific lesson they were precise instructions and the implementations were observed by the researcher who also recorded the other lessons, but naturally the exact implementation varies from teacher to teacher. This decision was made again in order to disrupt the lessons as little as possible. Moreover, the study is limited in that measures of situational interest were only self-reports.

8.8 Conclusion and implications

The current study provides further insights into the triggering process of interest. A more fine-grained examination of this process is the goal of recent interest research (Durik, Hulleman et al., 2015; Hidi & Renninger, 2019; Renninger et al., 2019). In accordance with recent research this study shows that triggers of situational interest are perceived differently by students. The perception depends on several learner characteristics and on the situation itself. Results of this study support the assumption that this process is rather complex. It provides clear indications that potential triggers should be examined in more detail in order to gain even deeper insights into efficient ways to promote and maintain interests.

Moreover, it was elucidated that formative assessment has the potential to foster situational interest during chemistry lessons. However, not every method is equally effective. Although there are some indications for possible reasons, future studies should investigate them in more detail. It is conceivable, for example, that some methods can only stimulate interest once the students are more familiar with them.

9 Zusammenfassung und Gesamtdiskussion

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zu einem vertieften Verständnis über die Wirksamkeit von Triggern des situationalen Interesses in Abhängigkeit von verschiedenen Schüler:innenmerkmalen leisten. Dafür wurden zwei Studien durchgeführt: Eine Beobachtungs- und eine Interventionsstudie, wobei letztere auf den Ergebnissen der Beobachtungsstudie aufbaut. Die Beobachtungsstudie sollte der Frage nachgehen, inwiefern Interessenstrigger bereits in den Chemieunterricht von verschiedenen Lehrkräften implementiert werden. Zusätzlich sollte das Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Triggern und dem situationalen Interesse der Lernenden analysiert werden. Im zweiten Schritt wurden die Erkenntnisse zum Design verschiedener Interventionen genutzt, deren Wirksamkeit in der zweiten Studie überprüft wurde. Die aus beiden Studien gewonnenen Erkenntnisse betreffen sowohl methodische (Kap. 9.1) als auch inhaltliche Aspekte (Kap. 9.2 und Kap. 9.3). Diese sollen im Folgenden kurz zusammengefasst und diskutiert werden. Anschließend wird dargelegt, inwiefern die Studien und deren Aussagekraft limitiert sind (Kap. 9.4). Zuletzt sollen Implikationen und mögliche Ansatzpunkte für Forschung und Schule formuliert werden (Kap. 9.5).

9.1 Methodische Entwicklungen

Generell wurde eine Methode erarbeitet und implementiert, mithilfe derer man verhältnismäßig einfach und schnell das situationalen Interesse von Lernenden über den Verlauf einer Unterrichtsstunde nachverfolgen kann. Die teilweise starken Schwankungen des situationalen Interesses zwischen verschiedenen Phasen einer Unterrichtsstunde zeigten, dass es sinnvoll ist, das situationalen Interesse möglichst häufig zu erfassen, um konkrete Hypothesen zu Zusammenhängen zwischen der Unterrichtsgestaltung und der Ausprägung des situationalen Interesses formulieren zu können (vgl. Kap. 4.2). Die Messzeitpunkte für das situationalen Interesse der Lernenden wurden anhand der Phasenlänge bestimmt. Die Zeitspanne variiert dementsprechend je nach Länge der Phase. Anstatt dieser Methode hätte auch auf „*event sampling*“, d.h. Messungen in bestimmten Zeitintervallen (z.B. alle fünf Minuten), zurückgegriffen werden können (vgl. Stojanovic et al., 2020). Auch wenn bei dieser Methode regelmäßige Interessensratings zustande gekommen wären, ist sie durch verschiedene Nachteile dem gewählten Vorgehen unterlegen: Sie hätte den Unterricht deutlich stärker gestört, da Aktivitäten für die Messung hätten unterbrochen werden müssen. Darüber hinaus hätte das situationalen Interesse in verschiedenen, sehr kurzen Phasen nicht separat voneinander gemessen werden können, was die Zuordnung

von Interessenstrigger zu bestimmten Phasen und damit Unterrichtsmerkmalen erschwert hätte.

Durch die Einteilung des Unterrichts in Phasen ließ sich das situationale Interesse auch in Unterrichtsstunden erheben, die von Lehrkräften entworfen wurden, da Lehrkräfte sich häufig an der klassischen Phasierung nach Roth (1957) bzw. an der adaptierte Fassung nach Petersen et al. (2011) orientieren. So wird Phasierung von Unterricht während des Referendariats in Schleswig-Holstein explizit thematisiert (Riedel, 2021). Daher bedarf es nur weniger Absprachen zwischen Lehrkraft und Forschenden, um die Messungen umzusetzen. Dadurch konnte die von Renninger et al. (2019) hervorgebrachte Kritik, dass Trigger für situationales Interesse häufig nur in „künstlichen“ und isolierten Unterrichtsettings untersucht werden (s. Kap. 2.6.1), adressiert werden. Die Verwendung von Tablets vereinfachte die Erhebungen, da die Tablets in dieser Studie gegenüber einer klassischen Paper-and-Pencil-Methode deutlich übersichtlicher und einfacher zu handhaben sind.

Die Messung des situationalen Interesses erfolgte in Anlehnung an Palmer (2009) über ein einzelnes Item. Diese Vorgehensweise ist generell eher ungewöhnlich, da normalerweise im Sinne einer hohen Reliabilität mehrere Items genutzt werden, um ein Konstrukt abzufragen (Bühner, 2011). Dieses Vorgehen wurde bei den anderen erhobenen Konstrukten auch eingehalten (s. Anhang E1). Die Problematik bei dem Einsatz mehrerer Items zur Erhebung des situationalen Interesses ist aber, dass das Konstrukt zeitlich sehr instabil ist (z.B. Hidi & Renninger, 2006). Verantwortlich für diese Instabilität ist der hohe Anteil der affektiven Komponente im situationalen Interesse (s. Kap. 2.1.1), der es notwendig macht, möglichst nah an und bestenfalls sogar in der Situation zu bleiben, auf die sich die Messung bezieht (vgl. Kap. 2.4). Die höhere Reliabilität und damit Genauigkeit der Messung wird hier also nicht durch eine Messung mithilfe mehrere Items erreicht, wie es bei *trait*-Variablen (z.B. individuelles Interesse) der Fall ist, sondern durch eine möglichst kurze Messung, die sich aber direkt auf die Situation bezieht und somit *state*-Variablen erfassen kann (vgl. auch Ainley & Patrick, 2006; Larsen & Fredrickson, 1999). Nachteilig ist bei diesem Vorgehen, dass die gängige messmethodische Reliabilität nicht bestimmt werden kann. Dieses ist durchaus kritisch zu beurteilen. Dennoch wurde im Zuge dieser Arbeit nach Abwägung der Vor- und Nachteile nur ein Item verwendet, da die Vorteile durch die kurze Erhebung in der Situation höher gewichtet wurden. Diese Entscheidung steht im Einklang mit weiteren Studien, welche ebenfalls nur ein Item zur Erhebung des situationalen Interesses genutzt haben (z. B. Lin et al., 2013; Tapola et al., 2014; Tulis & Ainley, 2011).

9.2 Trigger für situationales Interesse

Die Erkenntnisse aus diesem Bereich beziehen sich vor allem auf die Beobachtungsstudie, in welcher Chemieunterricht anhand zentraler Unterrichtsqualitäts- und weiterer Gestaltungsmerkmale möglichst ganzheitlich analysiert wurde. Zur Erfassung verschiedener Interessenstrigger wurde die Beobachtungsstudie sowohl auf quantitativer als auch auf qualitativer Ebene ausgewertet. Der quantitative Ansatz berücksichtigte vor allem den Zusammenhang zwischen verschiedenen Unterrichtsqualitätsmerkmalen sowie der Unterrichtsphasierung und dem situationalen Interesse der Lernenden. Obwohl Unterrichtsqualität in vielen verschiedenen Studien adressiert wird bzw. wurde, ist der Fokus häufig auf dem Zusammenhang zwischen Unterrichtsqualität und Leistung (vgl. Hattie, 2009; Stronge et al., 2007). Die Untersuchung in Abhängigkeit vom situationalen Interesse der Lernenden im Rahmen dieser Arbeit stellt also einen neuen Ansatz dar, welcher vor allem auf dem positiven Zusammenhang zwischen verschiedenen Unterrichtsqualitätsmerkmalen und der Leistung sowie zwischen der Leistung und dem Interesse der Lernenden basiert (s. Kap. 2.3.1). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass negative Zusammenhänge zwischen einer hohen Ausprägung von Klassenmanagement bzw. Verständnisorientierung und dem situationalen Interesse von Lernenden bestehen. Eine hohe Ausprägung von Strukturierungs- und Förderungsaspekten geht wiederum mit einem hohen durchschnittlichen situationalem Interesse einher. Diese Befunde werfen die Frage auf, ob die Unterrichtsqualität nur in Teilen positiv mit dem situationalen Interesse der Lernenden verknüpft ist. Für diese These sprechen auch die Ergebnisse der TALIS-Videostudie aus dem Bereich der Mathematik. Grünkorn et al. (2020) zeigten in Übereinstimmung mit den hier vorliegenden Ergebnissen, dass eine hohe Ausprägung von Klassenmanagement mit einer negativen (individuellen) Interessensausprägung einhergeht. Andere Arbeiten (z.B. Kunter & Voss, 2013) untersuchten den Zusammenhang zwischen der Unterrichtsqualität gemäß des COACTIV-Modells und dem *Enjoyment* (dt. Lernfreude) der Lernenden im Mathematikunterricht. Hier wurden positive Zusammenhänge zwischen dem Klassenmanagement und dem *Enjoyment* der Lernenden sowie zwischen der konstruktiven Unterstützung und dem *Enjoyment* der Lernenden gefunden. Aspekte von konstruktiver Unterstützung beinhaltet in der vorliegenden Arbeit die Dimension Förderung. Somit ähneln sich die Ergebnisse in dieser Dimension, während die Ergebnisse zum Klassenmanagement konträr sind. Insgesamt betonen aber auch Kunter und Voss (2013), dass die Zusammenhänge zwischen den Dimensionen der Unterrichtsqualität und motivationalen Aspekten auf Seiten der Lernenden zu wenig untersucht sind, um konkrete Aussagen zu treffen.

Auch die systematische Untersuchung der Relationen zwischen Unterrichtsphasen und situationalem Interesse der Lernenden wurde bisher nicht forciert. Die Phasierung von

Unterricht beruht hauptsächlich auf Erfahrungen und/oder schulpädagogischen sowie fachdidaktischen Theorien (Petersen et al., 2011). Sie wird dementsprechend eher als Werkzeug für Lehrkräfte zur Strukturierung von Unterricht angesehen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Berücksichtigung dieser Phasen als sinnvoll erachtet, da die Annahme war, dass bestimmte Phasen von bestimmten Charakteristika geprägt werden (z.B. werden in praktischen Erarbeitungsphasen Hands-on Aktivitäten durchgeführt), welche wiederum als Interessenstrigger dienen können. Mithilfe der Unterrichtsphasen konnte die Implementierung dieser Charakteristika systematisch im Zusammenhang mit dem situationalen Interesse untersucht werden. Dafür musste der Ansatz des *event samplings* für diese Studie verworfen werden (s. Kap. 7.1).

Auf Ebene der Unterrichtsphasen zeigte sich, dass insbesondere praktische Erarbeitungsphasen, welche im Sinne dieser Studie vor allem Experimente waren, ein hohes situationales Interesse der Lernenden bedeuteten. Der umgekehrte Fall wurde für den Zusammenhang zwischen theoretischen Erarbeitungsphasen und dem situationalen Interesse festgestellt. Die Kombination mit den Ergebnissen aus der qualitativen Auswertungsstrategie bietet noch detailliertere Einblicke in die Zusammenhänge zwischen dem situationalen Interesse und der Ausgestaltung verschiedener Unterrichtsphasen: Ein Großteil der Interessensmaxima entfiel in dieser Studie auf die praktischen Erarbeitungsphasen. Darüber hinaus führten annähernd alle praktischen Erarbeitungsphasen zu einem Interessensmaximum. Beide Befunde betonen in Kombination mit dem oben festgestellten systematischen und positiven Zusammenhang zwischen praktischer Erarbeitungsphase und situationalem Interesse die wichtige Stellung dieser Phasen im Chemieunterricht. Dieser Befund steht grundsätzlich im Einklang mit weiteren Studien (z.B. Cheung, 2017; Harackiewicz et al., 2016). Detailliertere Analysen wie die von Holstermann et al. (2010) für den Biologieunterricht sowie die von Walpuski und Hauck (2017) für den Chemieunterricht deuten jedoch auf eine differenzierte Wirksamkeit von Experimenten bzw. Hands-on Aktivitäten hin. Da die praktischen Erarbeitungsphasen im Kontext dieser Studie überwiegend aus der Durchführung rezeptartiger Experimente (im Sinne der *Realistic*-Dimension innerhalb des RIASEC+N-Modells; Dierks et al., 2016) bestanden, war es nicht möglich, Relationen zwischen dem situationalen Interesse und unterschiedlichen Arten des Experimentierens zu untersuchen. Der durchschlagende Zusammenhang zwischen *Realistic*-Experimenten und dem situationalen Interesse der Lernenden deutet aber daraufhin, dass im Kontrast zu den Ergebnissen von Walpuski und Hauck (2017) auch für diese Art des Experimentierens eine sehr interessensfördernde Wirkung gefunden wurde. Für die theoretischen Erarbeitungsphasen zeigte die qualitative Auswertung in Übereinstimmung mit weiterer Forschung, dass insbesondere vermehrte Schreibarbeit in diesen Phasen mit einem niedrigen situationalem Interesse bei allen Lernenden einherging (Logan & Skamp,

2013). Daraus lässt sich schließen, dass hier noch Potenzial zu einer interessensfördernden Umgestaltung dieser Unterrichtsphasen liegt.

Die additive Berücksichtigung des individuellen Interesses in der Mehrebenenanalyse als Prädisposition der Lernenden wies zudem darauf hin, dass auch bei Einbeziehung der Unterrichtsgestaltung und -qualität ein großer Anteil der Varianz im situationalen Interesse durch das individuelle Interesse aufgeklärt wird. Der positive Zusammenhang zwischen individuellem und situationalem Interesse wurde auch in anderen Studien gefunden (Ainley et al., 2002; Durik, Hulleman et al., 2015).

In der qualitativen Auswertung stellte sich interessanterweise heraus, dass Einstiegsphasen, für welche keine systematischen Zusammenhänge im quantitativen Ansatz gefunden wurden, dann interessensfördernd wirkten, wenn eine übergeordnete Wiederholung der bisherigen Unterrichteinheit erfolgte. Auch wenn spezifische Lerninhalte, deren Relevanz für die kommende Unterrichtsstunde hervorgehoben wurde, wiederholt wurden, zeigten die Lernenden ein höheres situationales Interesse. Interessenshemmend wirkte hingegen eine Wiederholung, welche die Inhalte der vorangegangenen Unterrichtsstunde ohne eine Betonung der Relevanz für die vorliegende Unterrichtsstunde thematisierte. Beide interessensfördernde Formen der Wiederholungen haben das Ziel, die Lernenden vor dem Start der eigentlichen Unterrichtsstunde noch einmal „abzuholen“ und die relevanten Lerninhalte aufzuweisen. Sie stehen damit im unmittelbaren Zusammenhang mit einem erfolgreichen Lernerlebnis, welches auch in anderen Studien als interessensfördernd identifiziert wurde (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Darüber hinaus steht ein erfolgreiches Lernerlebnis mit dem Interessenstrigger Kompetenzerleben in Verbindung (Swarat et al., 2012).

Auch für die Sicherungsphasen, die ebenfalls keinen systematischen Zusammenhang mit dem situationalen Interesse in der quantitativen Auswertung aufwiesen, ergab sich ein differenziertes Bild: Sicherungsphasen, die nach dem immer wiederkehrenden Muster „Zusammenfassung der Aufgabe – Nennen von Lösungen – Erklärung der Lösung“ abliefen, wirkten interessenshemmend, während die Sicherungsphasen, die dieses Muster aufbrachen und beispielsweise Feedback im Sinne eines formativen Assessments etablierten, ein Interessensmaximum hervorriefen. Übergreifend führten Phasen, die eine hohe intendierte kognitive und/oder physische Aktivierung auszeichneten, zu einem durchschnittlich höherem situationalen Interesse, was im Einklang mit weiteren Forschungsergebnissen steht (Kunter & Voss, 2013; Rotgans & Schmidt, 2014).

Diese Aspekte (hohe kognitive/physische Aktivierung, formatives Assessment) wurden bei der Erstellung der Interventionen für die Anschlussstudie berücksichtigt, so dass die Befunde aus der Beobachtungsstudie in der Interventionsstudie überprüft und

detaillierter analysiert werden konnten. Die drei Interventionen (*Kahoot!-Quiz*, *Lernbegleitbogen* und *Rubric*; s. Kap. 5.2 und 6.1) waren so konzipiert, dass sie alle oben genannten Aspekte berücksichtigten. Im Kontrast zu vergleichbaren Interventionsstudien, die ebenfalls die Wirkung von Triggern auf das (situationale) Interesse der Lernenden untersuchten (z.B. Hulleman et al., 2010; Matthews, 2004), wurde der gleiche Trigger also in verschiedenen Varianten untersucht, wobei nur die Methode verändert wurde. Dadurch sollte ein differenzierterer Einblick in die Wirksamkeit von Interessenstriggern gewonnen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass dieser Ansatz vielversprechend ist, denn die Interventionen führten nur teilweise zu einem durchschnittlich höheren situationalen Interesse: Das *Kahoot!-Quiz* ging sowohl in der Beobachtungsstudie als auch in der Interventionsstudie mit einem erhöhten situationalen Interesse einher. Die übrigen Interventionen gingen mit einem durchschnittlichen (*Rubric*) oder sogar einem niedrigeren situationalen Interesse (*Lernbegleitbogen*) einher. Diese Befunde bestätigten, dass die Triggerkategorien bisheriger Studien sehr breit gedacht sind (Kap. 2.6.3) und verschiedene Umsetzungen von Triggern derselben Kategorie nicht zwangsläufig vergleichbar in ihrer Wirkung auf das situationale Interesse im Unterricht ausfallen. Dieser Befund deckt sich mit weiteren Studien, die ebenfalls keine oder eine eingeschränkte interessensfördernde Wirkung von unterschiedlichen Triggern feststellen konnten (z. B. Durik, Hulleman et al., 2015; Rakoczy et al., 2018; Sansone et al., 2015; Wang & Tahir, 2020). Gründe für diese differenzierte Wirksamkeit können in der Gestaltung, der Implementierung der Trigger, in der Vertrautheit der Lernenden mit den Methoden (Self-Assessment ist z.B. sehr anspruchsvoll; Andrade, 2010) und auch in der Wahrnehmung der Trigger durch die Lernenden liegen. Letzteres soll im Folgenden diskutiert werden.

9.3 Wahrnehmung von Trigger in Abhängigkeit von Schüler:innenmerkmalen

Im Rahmen der Beobachtungsstudie lieferte die Berücksichtigung des individuellen Interesses in der quantitativen Auswertung und auch des mittleren situationalen Interesses in der qualitativen Auswertung deutliche Hinweise darauf, dass der Unterricht in Abhängigkeit dieser Merkmale teilweise als sehr unterschiedlich interessant wahrgenommen wird. Mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse der verschiedenen Unterrichtsphasen konnte eine Übersicht erstellt werden, die verschiedenste Merkmale von Unterricht in Beziehung mit dem situationalen Interesses der Lernenden setzt. Dabei wird die Beziehung mithilfe des mittleren situationalen Interesses differenziert (s. Kap. 5.5.6, Tab. 13). So zeigten beispielsweise im Mittel situational Niedrig- und Mittelinteressierte ein höheres situationales Interesse als durchschnittlich situational Hochinteressierte, wenn in Einstiegsphasen Alltagsbezüge verdeutlicht wurde und wenig Vorwissen notwendig war. Auch Habig

et al. (2018) zeigten, dass kontextualisierter Unterricht nicht immer eine interessensfördernde Wirkung hat und unterstützen somit diesen Befund.

In der Interventionsstudie sollte anschließend systematisch analysiert werden, welche Schüler:innenmerkmale einen Einfluss auf das situationale Interesse der Lernenden haben. Die verschiedenen Interventionen wurden, wie im vorherigen Kapitel dargestellt, verschieden interessant wahrgenommen, was den Bedarf an einer detaillierteren Analyse noch verstärkt. Dafür wurden folgende Merkmale berücksichtigt: Das Geschlecht der Lernenden, die Leistung in Form der letzten Chemiezeugnisnote, die Lernfreude als *trait*, das individuelle Interesse und das naturwissenschaftliche Selbstkonzept. Im Rahmen dieser Studie wurden also im Gegensatz zu vergleichbaren Interventionsstudien (Durik & Harkiewicz, 2007; Durik, Hulleman et al., 2015) mehrere Schüler:innenmerkmale berücksichtigt. Die Mehrebenenanalyse zeigte, dass nur die Lernfreude einen systematischen Zusammenhang mit dem situationalen Interesse der Lernenden aufwies: Eine höhere Lernfreude im Chemieunterricht ging auch mit einem höheren situationalen Interesse der Lernenden einher. Dieser Befund steht im Einklang mit den eingangs ausgeführten Untersuchungen von Höft und Bernholt (2019a) sowie Ainley und Hidi (2014), wobei sich diese Untersuchungen auf das individuelle Interesse bezogen. In der vorliegenden Studie zeigte sich also ergänzend zu diesen Befunden, dass die Lernfreude als *trait* auch im Zusammenhang mit einer *state*-Variable steht und dementsprechend situationsspezifisch eine Rolle spielt.

Das Ergebnis aus der Beobachtungsstudie hingegen konnte nicht repliziert werden, denn das individuelle Interesse stand in keiner systematischen Relation zu dem situationalen Interesse. Dieser Befund wirft die Frage auf, ob der Zusammenhang zwischen situationalem Interesse je nach Unterrichtsthema, -tätigkeit oder in Abhängigkeit vom Alter und damit Entwicklungsstand der Lernenden variiert. Zu einer längsschnittlichen Entwicklung des Zusammenhangs zwischen dem situationalen Interesse als *state* und verschiedenen Variablen als *trait* (z.B. individuelles Interesse oder Lernfreude) liegen derzeit keine Studien vor. Patall et al. (2016) untersuchten jedoch die Entwicklung der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Formen des *Engagements* und dem situationalem Interesse im Verlauf einer sechswöchigen Unterrichtseinheit und fanden, dass z.B. der Zusammenhang zwischen situationalem Interesse und der Bereitschaft, sich im Unterricht anzustrengen („*working hard*“), zu Beginn einer Einheit stärker ist. Die Autor:innen führen diese Entwicklung darauf zurück, dass Lernzielkontrollen verstärkt am Ende einer Unterrichtseinheit eingesetzt werden und dann die extrinsische Motivation (das Erreichen einer guten Note) die intrinsische Motivation (in Form von situationalem Interesse) überwiegt. Weitere Untersuchungen könnten Hinweise darauf liefern, ob ein ähnliches Muster für weitere Variablen (s.o.) zu finden ist.

Um einen detaillierteren Einblick in den Zusammenhang zwischen Schüler:innenmerkmalen und Trigger (formatives Assessment) zu erhalten, wurden mithilfe eines Strukturgleichungsmodells Schüler:innenmerkmale als Prädiktoren für die Bewertungen der einzelnen Interventionen aus dem Post-Test der Lernenden berücksichtigt. Dabei zeigte sich, dass nur das individuelle Interesse ein positiver Prädiktor für die Bewertung aller Interventionen ist. Dieser Befund ist insbesondere spannend, da das individuelle Interesse in dieser Studie nicht im systematischen Zusammenhang mit dem situationalen Interesse steht. Er liefert einen Hinweis darauf, dass der Zusammenhang zwischen individuellem Interesse und situationalem Interesse der Lernenden in verschiedenen Unterrichtsphasen unterschiedlich stark ist. Die weiteren Prädiktoren wirkten sich nur auf die Bewertung einzelner Interventionen aus: So wirkte sich die Note positiv auf die Bewertung des *Rubrics* und des *Lernbegleitbogens* aus, während die Lernfreude nur positiv mit der Bewertung des *Rubrics* zusammenhing. Der positive Zusammenhang zwischen Note und Bewertung des *Rubrics* bzw. *Lernbegleitbogens* deutet an, dass insbesondere leistungsschwächere Lernende von diesen Interventionen profitierten (Cauley & McMillan, 2010). Bezüglich des Geschlechts haben Schüler den *Lernbegleitbogen* und das *Kahoot!-Quiz* besser bewertet als Schülerinnen. Für das *Kahoot!-Quiz* könnte dieses auf die starke Wettbewerbskomponente zurückzuführen sein (Kickmeier-Rust et al., 2014). Das naturwissenschaftliche Selbstkonzept spielte bei keiner der Interventionen eine Rolle, obwohl Durik, Hulleman et al. (2015) zeigten, dass es bei der Perzeption anderer Interessenstrigger durchaus eine Rolle spielen kann.

Insgesamt zeigt sich also, dass die Einflüsse der verschiedenen Schüler:innenmerkmale zwischen den einzelnen Versionen des gleichen Interessenstriggers stark variieren. Auch wenn die Zusammenhänge zwischen situationalem Interesse und den Schüler:innenmerkmalen nur bedingt direkt durch Interaktionseffekte in der Mehrebenenanalyse berücksichtigt werden konnten, liefern die vorliegenden Ergebnisse doch deutliche Anhaltspunkte dafür, dass bei einer Analyse der Wirksamkeit von Interessenstriggern auch die Adressaten (in diesem Fall die Lernenden) ganzheitlich mitgedacht werden müssen. Lernende sind Individuen mit unterschiedlichen Merkmalen, die zu einer unterschiedlichen Wahrnehmung von Unterricht führen. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit weiterer Forschung, in der ebenfalls die Abhängigkeit der Triggerwahrnehmung von vereinzelt Schüler:innenmerkmalen wie dem Selbstkonzept (Durik, Hulleman et al., 2015) oder dem individuellen Interesse (Durik & Harackiewicz, 2007) untersucht wurde. Renninger et al. (2019) haben gleichermaßen versucht, tiefere Erkenntnisse über den Triggerprozess in einer qualitativen Studie mit einer kleinen Stichprobe von acht Personen durch eine ganzheitliche Analyse der Personenmerkmale zu erlangen. Die Studie wurde in einem *out-of-*

school-Kontext durchgeführt. Die vorliegende Interventionsstudie erweitert diese Forschung, indem sie einerseits den von Renninger et al. (2019) verwendeten Beobachtungsansatz mit verschiedenen Interventionen vereint und andererseits durch die deutlich größere Stichprobe im direkten Schulkontext auch systematische Zusammenhänge untersuchen konnte. Sowohl die vorliegende Arbeit als auch die zitierten Studien zeigen, dass der Trigger-Prozess sehr vielschichtig und komplex ist. Um ihn besser zu durchdringen und somit Unterricht effektiv für Lernende interessant zu gestalten, sind weitere Studien und Analysen notwendig. Konkrete Ansatzpunkte an diese Arbeit werden in Kap. 9.5 ausgeführt.

9.4 Limitationen

Bevor im folgenden Kapitel verschiedenen Implikationen für Forschung und Praxis formuliert werden, sollen in diesem Kapitel Limitationen diskutiert werden, die für beide Studien gelten. Zunächst ist die Messung des situationalen Interesses mittels nur eines Items zu nennen, was jedoch für diese Erhebungen bereits im Kap. 9.1 diskutiert wurde. Darüber hinaus wurde das situationale Interesse als Selbstbericht gemessen, sodass unbewusstes Interesse nicht erfasst werden kann. Hier überwogen die Vorteile die Nachteile dieses Vorgehens, da für eine Fremddiagnose von situationalem Interesse sehr aufwändige Methoden wie Videographie und additive Interviews notwendig gewesen wären. Dies hätte zur Folge gehabt, dass die Stichprobe deutlich reduziert hätte werden müssen sowie eine Abkopplung der Diagnose via Interviews von der Situation. Letzteres würde insbesondere die Validität stark einschränken (s. Kap. 2.4 und 7.1).

Generell wäre eine Videographie der Unterrichtsstunden dahingehend gewinnbringend gewesen, dass mehr und detaillierteres Material zur Analyse des Zusammenhangs zwischen situationalem Interesse und Unterrichtsgestaltung (Beobachtungsstudie) bzw. Umsetzung der Interventionen (Interventionsstudie) verfügbar gewesen wäre. Hier wurde erneut eine Entscheidung für eine breitere Erhebung in verschiedenen Klassen an unterschiedlichen Schulen forciert. Um sowohl die Unterrichtsstunden als auch die Umsetzung der Interventionen möglichst detailliert festzuhalten, wurden Protokolle nach einem standardisierten Muster verwendet (s. Kap. 4.4, 5.4 und 8.4).

Die breitere Erhebung hatte zur Folge, dass eine mehrebenenanalytische Auswertung der Daten vorgenommen werden konnten. Aufgrund des Studiendesigns ist aber auch festzuhalten, dass keine kausalen Schlüsse von Unterrichtsgestaltung oder Intervention auf das situationale Interesse der Lernenden gezogen werden können. Die im Zuge

dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse sind dementsprechend als ungerichtete Zusammenhänge zu verstehen. Auf Grundlage dieser wurden teilweise Wirkhypothesen formuliert, welche allerdings in weiteren Studien überprüft werden müssen.

Schlussendlich limitiert die Stichprobenauswahl die Generalisierbarkeit der berichteten Befunde, auch wenn eine möglichst breite, über mehrere Schulen, Klassen und Lehrkräfte verteilte Auswahl an Klassen getroffen wurde. Zum einen beschränkten sich die Stichproben jedoch auf Schleswig-Holstein bzw. Kiel und Umgebung. Zum anderen wurden beide Studien ausschließlich an Gymnasien durchgeführt, welche bezüglich des Leistungsniveaus eine homogenere Schüler:innenschaft aufweisen als Gemeinschaftsschulen. Aufgrund der bereits aufgeführten starken Individualität des Interesses könnte eine größere Heterogenität zwischen den Lernenden auch zu heterogeneren Ergebnissen führen. Hinsichtlich der Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf andere (naturwissenschaftliche) Unterrichtsfächer ist zu prüfen, ob diese zulässig ist, auch wenn die Problematik des Interessensabfalls z.T. fächerübergreifend berichtet wird. Die einzelnen naturwissenschaftlichen Domänen Physik, Chemie und Biologie werden im internationalen Kontext häufig zusammen unterrichtet. Die Ergebnisse aus diesen Studien deuten an, dass die hier vorliegenden Ergebnisse zumindest in Teilen durchaus auf die weiteren naturwissenschaftlichen Fächer übertragbar sein könnten.

9.5 Implikationen und Ausblick

Abschließend sollen in diesem Kapitel Implikationen dargestellt werden, welche sich aus den Ergebnissen der durchgeführten Studien ergeben. Durch den Schulfokus sind diese Implikationen in zwei Bereiche einzuteilen: Forschung (d.h. Schule) und Praxis. Während im Forschungsteil mögliche Anschlussstudien und Forschungsfragen skizziert werden sollen, bilden die Praxisimplikationen konkrete Handlungsvorschläge, die Lehrkräfte aufgrund der vorliegenden Studien in ihren Chemieunterricht einbauen können, um das situationale Interesse ihrer Lernenden zu triggern.

9.5.1 Forschung

Für die Forschung ergeben sich drei Richtungen, für die ein weiterer Bedarf an Studien vorhanden ist: in die Breite, in die Tiefe und in die Länge. Breite meint in diesem Kontext die Übertragbarkeit auf weitere Unterrichtsfächer. Der verhältnismäßig starke Interessensabfall wurde ebenfalls für die Naturwissenschaft Physik festgestellt (Krapp & Prenzel, 2011). Nur die Naturwissenschaft Biologie fällt aus diesem Muster heraus (Potvin & Hasni, 2014a, 2014b). Eine Durchführung der Beobachtungsstudie in beiden Unterrichtsfächern kann der Frage nachgehen, inwiefern die hier gefundenen Ergebnisse

gleichermaßen für die weiteren Naturwissenschaften gelten. Durch einen Abgleich der eingesetzten Trigger können in einer qualitativen Phasenanalyse gezielt Unterschiede zwischen den Unterrichtsfächern herausgefiltert werden. Dieser Abgleich liefert eine Grundlage für die unterschiedliche Interessantheit der „harten“ Naturwissenschaften Physik und Chemie im Kontrast zur Biologie.

Bisherige Forschungsansätze führen diese Unterschiede häufig auf die unterschiedlichen Themen zurück: Holstermann und Bögeholz (2007) zeigten, dass insbesondere Schülerinnen stärkeres Interesse an biologischen Themen haben als an chemischen oder physikalischen. Ursächlich dafür kann die höhere Relevanz der biologischen Themen für die Lebenswelt der Lernenden sein (Hoffmann et al., 1998; Krapp & Prenzel, 2011). Insgesamt kommen dennoch auch Potvin und Hasni (2014a) in ihrem Review zum Interessensabfall am naturwissenschaftlichen Unterricht zu dem Schluss, dass zum einen genauer auf die einzelnen Domänen und zum anderen auf die konkrete Unterrichtsgestaltung eingegangen werden muss, um detaillierte Erkenntnisse für die Gründe des überdurchschnittlichen Interessensabfalls zu erlangen.

Im Rahmen einer qualitativen Betrachtung kann auch die Unterrichtsqualität erneut als fachübergreifendes Kriterium forciert werden: Praetorius et al. (2020) stellten ein fachübergreifendes Rahmenmodell der Unterrichtsqualität vor, welches Heinitz und Nehring (2020) speziell für die Naturwissenschaften untersuchten und Adaptionmöglichkeiten in Form einer „fachspezifischen Perspektivierung“ herausstellten. Durch dieses Rahmenmodell wird die Unterrichtsqualität zwischen den Unterrichtsfächern vergleichbar und für die Interessensforschung nutzbar, um Beziehungen zwischen Merkmalen der Unterrichtsqualität und dem situationalen Interesse der Lernenden in verschiedenen Unterrichtsphasen zu analysieren. Die weiteren Zusammenhänge zwischen Unterrichtsqualität und Interesse zu untersuchen, scheint insbesondere eine sinnvolle Richtung zu sein, da die Ergebnisse aus dieser Studie, dass eine hohe Ausprägung von Unterrichtsqualitätsmerkmalen nicht immer in positiver Beziehung zum Interesse der Lernenden steht, auch in der TALIS-Studie aus dem Bereich der Mathematik gefunden wurden (Grünkorn et al., 2020).

Die Untersuchung der Übertragbarkeit auf weitere (naturwissenschaftliche) Unterrichtsfächer ist ein Schritt, um eine effektive Adressierung von Schüler:inneninteressen zu fördern. Dieser richtet sich jedoch eher an das Angebot, dass Lehrkräfte ihren Lernenden machen können. Die Nutzung der Angebote durch die Lernenden weiter zu analysieren, ist ein Forschungsansatz, der weiter in die Tiefe geht und stärker am Prozess des Triggers orientiert ist. Dieser Ansatz ergänzt den vorherigen Ansatz, da hier die Individualität der Lernenden berücksichtigt und für die Ausgestaltung von Unterricht genutzt wird. Die Befunde der vorliegenden Studien zeigen in Kombination mit weiterer Forschungsliteratur, dass insgesamt zu wenig über eine differenzierte Wahrnehmung von Interessenstriggern

bekannt ist (s. Kap. 9.3). Die Frage, warum ein Interessenstrigger bei einer Person effektiv situationales Interesse evozieren oder ein aktualisiertes individuelles Interesse hervorrufen kann, wird mit den vorliegenden Befunden adressiert, aber nicht abschließend beantwortet. Dennoch deuten die Analysen in Übereinstimmung mit weiterer Forschung darauf hin, dass eine Berücksichtigung von Schüler:innenmerkmalen bei der Wahrnehmung von Interessenstriggern ein vielversprechender Ansatz ist (vgl. Durik, Hulleman et al., 2015; Renninger et al., 2019). Ein Ziel weiterer Forschung könnte daher sein, „situationale Interessensprofile“ von Lernenden zu erstellen, die es ermöglichen, bestimmte Trigger für bestimmte Profile zu entwickeln. Bisherige Forschung geht häufig nur von einem Schüler:innenmerkmal in Kombination mit einem Trigger aus (z.B. Durik & Harackiewicz, 2007). In der vorliegenden Studie wurde dieser Ansatz erweitert, indem der Einfluss mehrerer Schüler:innenmerkmale auf die Interessanztheit verschiedener Versionen eines Triggers untersucht wurden. Ein konsequenter Schritt weiter wäre die Untersuchung verschiedener Schüler:innenmerkmale in Abhängigkeit mit dem situationalen Interesse an verschiedenen Triggern.

Für dieses Ziel muss zunächst einmal geklärt werden, welche Schüler:innenmerkmale im besonders starken Zusammenhang zum situationalen Interesse der Lernenden stehen. Aufgrund der hier gefundenen Ergebnisse und der weiteren vorgestellten Forschungsarbeiten sind in diesem Zusammenhang die folgenden Merkmale zu nennen: Leistung (s. Kap. 8), Geschlecht (s. Kap. 8), individuelles Interesse an bestimmten Tätigkeiten im Fach Chemie (s. Kap. 5) und das naturwissenschaftliche Selbstkonzept (Durik, Hulleman et al., 2015). Im nächsten Schritt müsste die Fokussierung auf bestimmte Interessenstrigger erfolgen. Hierbei ist zum einen denkbar, sich analog zur Interventionsstudie auf Trigger zu fokussieren, welche ein besonderes Potenzial zur Interessensförderung aufweisen. Eine andere Richtung wäre eine stärkere Orientierung an verschiedene Tätigkeiten mithilfe des RIASEC+N-Modells (s. Kap. 2.4 und 2.5), um der Fragestellung nachzugehen, inwiefern bestimmte Tätigkeiten situationales Interesse bei Lernenden in Abhängigkeit der verschiedenen Schüler:innenmerkmale evozieren.

Denkbar wäre hier, dass Schüler:innen mit einer hohen Leistung während Tätigkeiten, die kognitiv aktivierend sind (*Investigative*), ein höheres situationales Interesse aufweisen (Höft et al., 2019), während leistungsschwächere Schüler:innen ein höheres situationales Interesse während Tätigkeiten aufweisen, die stärker angeleitet sind (*Realistic*) (Ochsen et al., 2020). Ähnliche Effekte sind für die Einbeziehung des individuellen Interesses zu erwarten (Durik, Hulleman et al., 2015). In weiteren Folgestudien kann dann detaillierter auf verschiedene Trigger eingegangen werden und so ein vertieftes Verständnis für die Wirkung von Interessenstriggern erlangt werden.

Zuletzt sind aufgrund der gefundenen Ergebnisse Untersuchungen sinnvoll, die die längsschnittliche Entwicklung der Zusammenhänge zwischen stabilen *trait*-Variablen und dem situationalen Interesse als *state* adressieren. Insbesondere der Zusammenhang zwischen individuellem Interesse und situationalem Interesse scheint hier von Bedeutung zu sein, denn während individuelles Interesse in der ersten Studie (Jahrgangsstufe 8) ein signifikanter Prädiktor für das situationale Interesse war, wurden in der zweiten Studie (Jahrgangsstufe 9) keine relevanten Zusammenhänge detektiert. Wie in Kap. 7.3 bereits formuliert, wirft dieser Befund die Frage auf, ob der Zusammenhang zwischen situationalem und individuellem Interesse je nach Unterrichtsthema, -tätigkeit oder in Abhängigkeit vom Alter und damit Entwicklungsstand der Lernenden variiert. Frenzel et al. (2012) zeigten in ihrer längsschnittlichen Untersuchung, dass sich das Konstrukt des individuellen Interesses von Lernenden am Mathematikunterricht im Prozess der Adoleszenz qualitativ verändert: So bekommen die kognitiven Aspekte eine höhere Gewichtung. Dadurch könnte auch der Zusammenhang zwischen individuellem und situationalem Interesse beeinflusst werden. Diese Fragestellung ist besonders mit Blick auf die Unterrichtsgestaltung interessant, dass sie implizieren könnte, dass in verschiedenen Jahrgangsstufen unterschiedliche Interessenstrigger angewendet werden müssen, um individuell hochinteressierte Lernende am Unterrichtsgeschehen zu interessieren. Die Untersuchungen von Pattall et al. (2016) deuten darauf hin, dass sich die Zusammenhänge zwischen situationalem Interesse und weiteren Variablen auch über den Verlauf einer Unterrichtseinheit und somit vergleichsweise kurzfristig verändern (s. Kap. 9.3). Diese Fragestellung in Bezug auf den Zusammenhang zwischen individuellem und situationalem Interesse weiter zu analysieren, könnte Zeitpunkte innerhalb einer Unterrichtseinheit aufzeigen, zu denen es besonders sinnvoll ist, das (situationale) Interesse der Lernenden zu triggern, um langfristig die Bildung eines stabileren individuellen Interesses zu unterstützen.

Eine weitere sinnvolle Ergänzung im Bereich der längsschnittlichen Untersuchungen ist die Überprüfung der Annahme, dass eine langfristige systematische Berücksichtigung verschiedener Interessenstrigger zu einem höheren situationalen Interesse und im Endeffekt auch zu einem höheren individuellen Interesse der Lernenden am (Chemie-)Unterricht führt. Damit würde die Entwicklung gemäß des Vier-Phasen Modells der Interessensentwicklung erfolgen (Hidi & Renninger, 2006). Insbesondere die Einbeziehung der zweiten und dritten Phase des Modells scheint hier interessant, da eine umfassende empirische Überprüfung des Modells bisher noch nicht erfolgte. Im Zuge dieser Untersuchung könnte die Kritik von Rotgans und Schmidt (2014) sowie Schiefele (2009), die eine Notwendigkeit der zweiten Phasen anzweifeln, adressiert werden.

9.5.2 Praxis

Die Zusammenfassung bisheriger Erkenntnisse zur Interessensförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht ist sehr komplex und vielfältig (vgl. Kap. 2.6). Lehrkräfte, die bemüht sind, ihren Unterricht basierend auf neuesten Forschungsergebnissen möglichst interessant zu gestalten, werden bei ihrer Recherche vermutlich überfordert sein mit der schiereren Fülle an Informationen und Möglichkeiten.

Die Forschungsergebnisse dieser Arbeit unterstreichen, dass es sehr schwierig ist, den Unterricht für Lernende so zu gestalten, dass alle Lernende situational interessiert sind. Der erste Teil der Arbeit (Kap. 4) bietet jedoch auch einen Anhaltspunkt für Lehrkräfte, indem ein Großteil der bekannten Interessenstrigger im Rahmen einer Studie untersucht wird. Insbesondere die zusammenfassende Darstellung in Kap. 5.5.6 (Tab. 13) kann von Lehrkräften genutzt werden, um einen Eindruck davon zu bekommen, welche Interessenstrigger in welcher Unterrichtsphase wirksam sind. Hier wird in Abhängigkeit von dem mittleren situationalen Interesse das Zusammenspiel zwischen Trigger und Interesse betrachtet. Diese Art der Analyse unterstreicht ein Hauptergebnis dieser Arbeit: Nicht jeder Interessenstrigger wirkt für jede:n Lernende:n gleichermaßen, aber durch eine ausgewogene Unterrichtsgestaltung können verschiedene Lernende zu verschiedenen Zeitpunkten für den Unterricht interessiert werden. Eine Handlungsempfehlung, die sich daraus ergibt, ist, dass nicht ein Interessenstrigger fokussiert werden sollte, sondern die richtige Mischung entscheidend ist. Diese Empfehlung stimmt mit weiteren unterrichtsnahen Ratschlägen zur Unterrichtsgestaltung überein, welche aber eher auf die Leistung der Lernenden als Ergebnis von gutem Unterricht fokussieren (z.B. Meyer, 2003). Durch die konkrete Zuordnung zu den verschiedenen Unterrichtsphasen bietet sich zudem die Möglichkeit der kritischen Reflexion und auch Adaption des eigenen Unterrichts im Sinne der Interessensförderung.

Die Ergebnisse der zweiten Studie deuten in eine ähnliche Richtung: Zum einen spielt die Individualität in der Wahrnehmung der Trigger eine noch größere Rolle und muss bei der Unterrichtsplanung auch in Bezug auf das Interesse der Lernenden mitgedacht werden. Die Heterogenität von Lernenden wird häufig in Relation mit verschiedenen Leistungsniveaus diskutiert (z.B. Dupriez et al., 2008; Paola et al., 2013) und insbesondere in Deutschland im Rahmen von Inklusion und/oder Gemeinschaftsschulen (Markic & Abels, 2014). Die im Kontext dieser Arbeit festgestellten Ergebnisse zeigen aber, dass dieser Bereich auch auf die verschiedenen Interessen ausgeweitet werden muss, wobei es nicht ausreicht, Themen in Abhängigkeit von geschlechtsspezifischen Interessen auszuwählen.

Zum anderen zeigte sich aber auch, dass Trigger wie formatives Assessment, welches in der ersten Studie stets für einen Großteil der Lernenden interessierend wirkte,

nicht in jeder Form die gleiche interessierende Wirkung hat. Hier wird erneut die hohe Komplexität bei der Förderung von situationalem Interesse verdeutlicht: Auch die bekannten Interessenstrigger wirken nicht in jeder möglichen Variation. Darüber hinaus zeigte sich in der ersten Studie, dass Merkmale der Unterrichtsqualität, welche im Endeffekt zu gutem Unterricht führen sollen, nicht zwingend zu einem Interesse weckenden Unterricht führen. Es wurden sogar im Gegenteil auch negative Beziehungen zwischen einer hohen Ausprägung von einigen Qualitätsmerkmalen und dem situationalen Interesse der Lernenden gefunden. Dieser Befund sollte bei der Gestaltung von Unterricht mitgedacht werden.

In der Gesamtheit unterstreichen die Befunde, wie anspruchsvoll es für Lehrkräfte ist, einen für die Breite jeder Klasse interessanten Unterricht zu gestalten, aber auch, dass durch verschiedene Ansätze jede:r Lernende erreicht und interessiert werden kann.

Literaturverzeichnis

- Ainley, M. (2019). Curiosity and Interest: Emergence and Divergence. *Educational Psychology Review*, 31(4), 789–806. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09495-z>
- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>
- Ainley, M., & Hidi, S. (2014). Interest and Enjoyment. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *Educational Psychology Handbook. International Handbook of Emotions in Education* (S. 205–227). Taylor & Francis.
- Ainley, M., Hillman, K., & Hidi, S. (2002). Gender and interest processes in response to literary texts: Situational and individual interest. *Learning and Instruction*, 12(4), 411–428.
- Ainley, M., & Patrick, L. (2006). Measuring Self-Regulated Learning Processes through Tracking Patterns of Student Interaction with Achievement Activities. *Educational Psychology Review*, 18(3), 267–286. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9018-z>
- Akram, T. M., Ijaz, A., & Ikram, H. (2017). Exploring the Factors Responsible for Declining Students' Interest in Chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(2), 88–94. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.2.847>
- Alexander, P. A. (2019). Seeking Common Ground: Surveying the Theoretical and Empirical Landscapes for Curiosity and Interest. *Educational Psychology Review*, 31(4), 897–904. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09508-x>
- Anderhag, P., Wickmann, P.-O., Bergqvist, K., Jakobson, B., Hamza, K. M., & Säljö, R. (2016). Why Do Secondary School Students Lose Their Interest in Science? Or Does it Never Emerge? A Possible and Overlooked Explanation. *Science Education*, 100(5), 791–813. <https://doi.org/10.1002/sce.21231>
- Anderson, R. C., Mason, J., & Shirey, L. (1984). The Reading Group: An Experimental Investigation of a Labyrinth. *Reading Research Quarterly*, 20(1), 6. <https://doi.org/10.2307/747649>
- Andrade, H. (2010). Students as the definitive source of formative assessment: Academic self-assessment and the self-regulation of learning. In H. Andrade & G. J. Cizek (Hrsg.), *Handbook of Formative Assessment* (S. 90–105). New York, NY: Routledge.

- Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). Promoting Learning and Achievement Through Self-Assessment. *Theory Into Practice*, 48(1), 12–19.
<https://doi.org/10.1080/00405840802577544>
- Ayala, C. C., Shavelson, R. J., Araceli Ruiz-Primo, M., Brandon, P. R., Yin, Y., Furtak, E. M., Young, D. B., & Tomita, M. K. (2008). From Formal Embedded Assessments to Reflective Lessons: The Development of Formative Assessment Studies. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 315–334.
<https://doi.org/10.1080/08957340802347787>
- Ayotte-Beaudet, J.-P., Potvin, P., & Riopel, M. (2019). Factors Related to Middle-school Students' Situational Interest in Science in Outdoor Lessons in their Schools' Immediate Surroundings. *International Journal of Enviromental & Science Education*, 14(1), 13–32.
- Azevedo, F. S. (2015). Sustaining Interest-Based Participation in Science. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Hrsg.), *Interest in mathematics and science learning* (S. 281–296). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Baron, L. M. (2016). Formative Assessment at Work in the Classroom. *The Mathematics Teacher*, 110(1), 46. <https://doi.org/10.5951/mathteacher.110.1.0046>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1).
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bell, B., & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85(5), 536. <https://doi.org/10.1002/sce.1022.abs>
- Bergin, D. A. (2015). Social Influences on Interest. *Educational Psychologist*, 51(1), 7–22. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1133306>
- Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. *Perception & Psychophysics*, 8(5), 279–286. <https://doi.org/10.3758/BF03212593>
- Bernholt, S., Höft, L., & Parchmann, I. (2020). Die Entwicklung fachlicher Basiskonzepte im Chemieunterricht – Findet ein kumulativer Aufbau im Kompetenzbereich Fachwissen statt? *Unterrichtswissenschaft*, 48(1), 35–59. <https://doi.org/10.1007/s42010-019-00065-4>
- Bernholt, S., Rönnebeck, S., Ropohl, M., Köller, O., & Parchmann, I. (2013). *Report on current state of the art in formative and summative assessment in IBE in STM*.
- Bicen, H., & Kocakoyun, S. (2018). Perceptions of Students for Gamification Approach: Kahoot as a Case Study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(02), 72–93.

- Björkman, J., & Tiemann, R. (2013). Teaching Patterns of Scientific Inquiry: A Video Study of Chemistry Lessons in Germany and Sweden. (*Keine Angabe*). Advance online publication. <https://doi.org/10.18452/8207>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Blankenburg, J. S., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2016). Fostering Today What is Needed Tomorrow: Investigating Students' Interest in Science. *Science Education*, 100(2), 364–391. <https://doi.org/10.1002/sce.21204>
- Bradley, J. D., & Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: a comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South african journal of chemistry*, 51(3), 137 - 145.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R., Donovan, M. S., & Pellegrino, J. W. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Academies Press.
- Broman, K., Bernholt, S., & Christensson, C. (2020). Relevant or interesting according to upper secondary students? Affective aspects of context-based chemistry problems. *Research in Science & Technological Education*, 15(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1824177>
- Bryan, R. R., Glynn, S. M., & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049–1065. <https://doi.org/10.1002/sce.20462>
- Buccheri, G., Gürber, N. A., & Brühwiler, C. (2011). The Impact of Gender on Interest in Science Topics and the Choice of Scientific and Technical Vocations. *International Journal of Science Education*, 33(1), 159–178. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518643>
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (3., aktualisierte und erw. Aufl.). *PS Psychologie*. München. Pearson Studium. <http://lib.mylibrary.com/detail.asp?id=404890>
- Byrnes, J. P. (2001). *Minds, Brains, and Learning: Understanding the Psychological and Educational Relevance of Neuroscientific Research*. The Guilford Press.

- Carlezon, W. A., & Thomas, M. J. (2009). Biological substrates of reward and aversion: A nucleus accumbens activity hypothesis. *Neuropharmacology*, *56*, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2008.06.075>
- Cauley, K. M., & McMillan, J. H. (2010). Formative Assessment Techniques to Support Student Motivation and Achievement. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, *83*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/00098650903267784>
- Cheung, D. (2017). The key factors affecting students' individual interest in school science lessons. *International Journal of Science Education*, *30*(4), 1–23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1362711>
- Clapson, M. L., Gilbert, B., Mozol, V. J., Schechtel, S., Tran, J., & White, S. (2019). ChemEscape: Educational Battle Box Puzzle Activities for Engaging Outreach and Active Learning in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, *97*(1), 125–131. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00612>
- Clausen, Marten, Reusser, Kurt, Klieme, & Eckhard (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hoch-inferenter Unterrichtsbeurteilungen. Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaft*, *31*(2), 122–141.
- Collins, L. M., Schafer, J. L., & Kam, C.-M. (2001). A comparison of inclusive and restrictive strategies in modern missing data procedures. *Psychological methods*, *6*(4), 330–351. <https://doi.org/10.1037//1082-989X.6.4.330>
- Daniels, Z. (2008). *Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter*. Diss.,. *Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Vol. 69*. Münster. Waxmann. http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3119544&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm
- Denissen, J. A., Zarrett, N. R., & Eccles, J. S. (2008). I Like to Do It, I'm Able, and I Know I Am: Longitudinal Couplings Between Domain-Specific Achievement, Self-Concept, and Interest. *Child Development*, *78*(2), 430–447.
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., Blankenburg, J. S., Peters, H., & Parchmann, I. (2016). Interest in science: A RIASEC-based analysis of students' interests. *International Journal of Science Education*, *38*(2), 238–258. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1138337>
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2014). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*, *32*(2), 97–114. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.895712>
- Dohn, N. B. (2013). Upper Secondary Students' Situational Interest: A case study of the role of a zoo visit in a biology class. *International Journal of Science Education*, *35*(16), 2732–2751. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.628712>

- Dotterer, A. M., McHale, S. M., & Crouter, A. C. (2009). The development and correlates of academic interests from childhood through adolescence. *Journal of Educational Psychology, 101*(2), 509–519. <https://doi.org/10.1037/a0013987>
- Dupriez, V., Dumay, X., & Vause, A. (2008). How Do School Systems Manage Pupils' Heterogeneity? *Comparative Education Review, 52*(2), 245–273. <https://doi.org/10.1086/528764>
- Durik, A. M., & Harackiewicz, J. M. (2007). Different strokes for different folks: How individual interest moderates the effects of situational factors on task interest. *Journal of Educational Psychology, 99*(3), 597–610. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.597>
- Durik, A. M., Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2015). One Size Fits Some: Instructional Enhancements to Promote Interest. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Hrsg.), *Interest in mathematics and science learning* (S. 49–62). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Durik, A. M., Shechter, O. G., Noh, M., Rozek, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2015). What if I can't? Success expectancies moderate the effects of utility value information on situational interest and performance. *Motivation and Emotion, 39*(1), 104–118. <https://doi.org/10.1007/s11031-014-9419-0>
- Eitemüller, C., & Walpuski, M. (2018). Wahl- und Abwahlprofile im Fach Chemie: Ergebnisse einer Clusteranalyse zur Charakterisierung von Lernenden am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 24*(1), 251–263. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0087-6>
- Elster, D. (2007). In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant? Ergebnisse der ROSE-Erhebung in Österreich und Deutschland. *PLUS LUCIS, 3*, 2–8.
- Enders, C. K. (2010). *Applied Missing Data Analysis*. Guilford Publications. <https://books.google.de/books?id=5o-yNRJTQ1EC>
- Enders, C. K., Du, H., & Keller, B. T. (2020). A model-based imputation procedure for multilevel regression models with random coefficients, interaction effects, and nonlinear terms. *Psychological Methods, 25*(1), 88–112. <https://doi.org/10.1037/met0000228>
- Enders, C. K., & Tofighi, D. (2007). Centering predictor variables in cross-sectional multilevel models: A new look at an old issue. *Psychological Methods, 12*(2), 121–138. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.12.2.121>
- Fend, H. (1988). Schulqualität: Die Wederentdeckung der Schule als pädagogische Gestaltungsebene. *Neue Sammlung, 28*(4), 537–547.

- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2013). *Discovering statistics using R* (Reprint). Sage.
- Flick, U. (2019). Gütekriterien qualitativer Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (2nd ed., 473 - 488). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fredricks, J. A., Hofkens, T., Wang, M.-T., Mortenson, E., & Scott, P. (2018). Supporting girls' and boys' engagement in math and science learning: A mixed methods study. *Journal of Research in Science Teaching, 55*(2), 271–298.
<https://doi.org/10.1002/tea.21419>
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., Dicke, A.-L., & Goetz, T. (2012). Beyond quantitative decline: Conceptual shifts in adolescents' development of interest in mathematics. *Developmental Psychology, 48*(4), 1069–1082. <https://doi.org/10.1037/a0026895>
- Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Schreier, B., Häfner, I., Trautwein, U., & Nagengast, B. (2015). More value through greater differentiation: Gender differences in value beliefs about math. *Journal of Educational Psychology, 107*(3), 663–677.
<https://doi.org/10.1037/edu0000003>
- Gottfried, A. E., Marcoulides, G. A., Gottfried, A. W., & Oliver, P. H. (2009). A latent curve model of parental motivational practices and developmental decline in math and science academic intrinsic motivation. *Journal of Educational Psychology, 101*(3), 729–739. <https://doi.org/10.1037/a0015084>
- Gottlieb, J., Oudeyer, P.-Y., Lopes, M., & Baranes, A. (2013). Information-seeking, curiosity, and attention: Computational and neural mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences, 17*(11), 585–593. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.001>
- Graham, J. W., Olchowski, A. E., & Gilreath, T. D. (2007). How many imputations are really needed? Some practical clarifications of multiple imputation theory. *Prevention Science : the Official Journal of the Society for Prevention Research, 8*(3), 206–213.
<https://doi.org/10.1007/s11121-007-0070-9>
- Granbom, M. (2015). Formative Assessment and Increased Student Involvement Increase Grades in an Upper Secondary School Biology Course. *Journal of Biological Education, 50*(2), 185–195. <https://doi.org/10.1080/00219266.2015.1028572>
- Grund, S., Lüdtke, O., & Robitzsch, A. (2016). Multiple Imputation of Multilevel Missing Data: An Introduction to the R Package pan. *SAGE Open, 6*(4), 215824401666822.
<https://doi.org/10.1177/2158244016668220>
- Grund, S., Robitzsch, A., & Lüdtke, O. (2019). mitml. <https://CRAN.R-project.org/package=mitml>

- Grünkorn, J. [H.], Klieme, E. [H.], Praetorius, A.-K. [H.], & Patrick Schreyer [Hrsg.] (2020). *Mathematikunterricht im internationalen Vergleich.: Ergebnisse aus der TALIS-Videostudie Deutschland*.
- Habig, S., Blankenburg, J., van Vorst, H., Fechner, S., Parchmann, I., & Sumfleth, E. (2018). Context characteristics and their effects on students' situational interest in chemistry. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1154–1175. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470349>
- Habig, S., van Horst, H., & Sumfleth, E. (2017). Kontexte und ihre Wirkungen auf Jungen und Mädchen. In C. Maurer (Hrsg.), *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik: Vol. 37. Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016* (S. 178–182). Regensburg: Universität Regensburg.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., & Carter, S. M. (2000). Short-Term and Long-Term Consequences of Achievement Goals: Predicting Interest and Performance Over Time. *Journal of Educational Psychology*, 2(92), 316–330.
- Harackiewicz, J. M., Durik, A. M., Barron, K. E., Linnenbrink-Garcia, L., & Tauer, J. M. (2008). The role of achievement goals in the development of interest: Reciprocal relations between achievement goals, interest, and performance. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 105–122.
- Harackiewicz, J. M., & Hulleman, C. S. (2010). The Importance of Interest: The Role of Achievement Goals and Task Values in Promoting the Development of Interest. *Social and Personality Psychology Compass*, 4(1), 42–52. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2009.00207.x>
- Harackiewicz, J. M., & Knogler, M. (2017). Interest: Theory and Application. In A. J. Elliot, C. S. Dweck, & D. S. Yeager (Hrsg.), *Handbook of competence and motivation: Theory and application* (S. 334–352). The Guilford Press.
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest Matters: The Importance of Promoting Interest in Education. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 220–227. <https://doi.org/10.1177/2372732216655542>
- Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M., & Klieme, E. (2013). The effects of feedback on achievement, interest and self-evaluation: The role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, 34(3), 269–290. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785384>

- Hartinger, A. (2015). Interesse entwickeln. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller, & S. Wittkowske (Hrsg.), *UTB Schulpädagogik: Vol. 8621. Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (2nd ed., S. 113–117). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Hattie, J. (2003). *Formative and summative interpretations of assessment information*. [http://assessment.tki.org.nz/content/download/6076/61425/version/1/file/formative-and-summative-assessment-\(2003\).pdf](http://assessment.tki.org.nz/content/download/6076/61425/version/1/file/formative-and-summative-assessment-(2003).pdf)
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (Reprinted.). Routledge.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (2000). A curricular frame for physics education: Development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science education*, 84(6), 689–705. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<689::AID-SCE1>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<689::AID-SCE1>3.0.CO;2-L)
- Heinitz, B., & Nehring, A. (2020). Kriterien naturwissenschaftsdidaktischer Unterrichtsqualität – ein systematisches Review videobasierter Unterrichtsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 319–360. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00074-8>
- Helmke, A., Helmke, T., Lenske, G., Pham, G., Praetorius, A.-K., Schrader, F., & Ade-Thurow, M. (2010). *Studienbrief Unterrichtsdiagnostik: Projekt Udikom der Kultusministerkonferenz*. Landau.
- Helmke, A. (2007). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern: Dieses Buch ist Franz-Emanuel Weinert gewidmet* (6. Aufl.). *Schulisches Qualitätsmanagement*. Seelze. Klett Kallmeyer.
- Hidi, S. (2001). Interest, Reading, and Learning: Theoretical and Practical Considerations. *Educational Psychology Review*, 13(3), 191–209. <https://doi.org/10.1023/A:1016667621114>
- Hidi, S., & Baird, W. (1986). Interestingness - A Neglected Variable in Discourse Processing. *Cognitive Science*, 10, 179–194.
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the Academically Unmotivated: A Critical Issue for the 21st Century. *Review of Educational Research*, 2(70), 151–179.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Hidi, S., Renninger, K. A., & Krapp, A. (2004). Interest, a Motivational Variable That Combines Affective and Cognitive Functioning. In D. Y. Dai & R. J. Sternberg (Hrsg.),

- Motivation, Emotion, and Cognition: Intergrative Perspectives on Intellectual Functioning and Development* (S. 89–115). Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hidi, S., Renninger, K. A., & Nieswandt, M. (2015). Emerging Issues and Themes in Addressing Interest in Learning Mathematics and Science. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Hrsg.), *Interest in mathematics and science learning* (S. 385–396). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Hidi, S. E. (2016). Revisiting the Role of Rewards in Motivation and Learning: Implications of Neuroscientific Research. *Educational Psychology Review*, 28(1), 61–93.
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9307-5>
- Hidi, S. E., & Renninger, K. A. (2019). Interest Development and Its Relation to Curiosity: Needed Neuroscientific Research. *Educational Psychology Review*, 31(4), 833–852.
<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09491-3>
- Hoffmann, L., Häußler, P., & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik. IPN: Vol. 158*. Kiel. IPN.
- Höft, L., & Bernholt, S. (2019a). Ich mag, was ich kann oder kann ich, was ich mag? Über das Zusammenspiel von Interesse, Freude und Konzeptwissen im Fach Chemie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18(4), 1.
<https://doi.org/10.1007/s40573-019-00097-4>
- Höft, L., & Bernholt, S. (2019b). Longitudinal couplings between interest and conceptual understanding in secondary school chemistry: An activity-based perspective. *International Journal of Science Education*, 41(5), 607–627.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1571650>
- Höft, L., Bernholt, S., Blankenburg, J. S., & Winberg, M. (2019). Knowing more about things you care less about: Cross-sectional analysis of the opposing trend and interplay between conceptual understanding and interest in secondary school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(2), 184–210.
<https://doi.org/10.1002/tea.21475>
- Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3 Aufl.). Psychological Assessment Resources.
- Holstermann, N., & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe 1: Gender-Specific Interests of Adolescent Learners in Science Topics. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.

- Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757.
<https://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0>
- Hong, H.-Y., & Lin-Siegler, X. (2011). How learning about scientists' struggles influences students' interest and learning in physics. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 469–484. <https://doi.org/10.1037/a0026224>
- Hulleman, C. S., Godes, O., Hendricks, B. L., & Harackiewicz, J. M. (2010). Enhancing interest and performance with a utility value intervention. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 880–895. <https://doi.org/10.1037/a0019506>
- Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting Interest and Performance in High School Science Classes. *Science (New York, N.Y.)*, 326(5958), 1410–1412.
<https://doi.org/10.1126/science.1178712>
- Jack, B. M., & Lin, H.-s. (2014). Igniting and Sustaining Interest Among Students Who Have Grown Cold Toward Science. *Science Education*, 98(5), 792–814.
<https://doi.org/10.1002/sce.21119>
- Jack, B. M., & Lin, H.-s. (2017). Making learning interesting and its application to the science classroom. *Studies in Science Education*, 23(1), 1–28.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1305543>
- Jannack, V., Knemeyer, J.-P., & Marmé, N. (2019). Forschungsnahe Methoden im naturwissenschaftlichen Unterricht. Lehrer/innenbefragung zeigt akuten Handlungsbedarf. *heiEDUCATION Journal. Transdisziplinäre Studien zur Lehrerbildung*. (4), 105–118.
<https://doi.org/10.17885/heiup.heied.2019.4.24024>
- Jansen, M., Lüdtke, O., & Schroeders, U. (2016). Evidence for a positive relation between interest and achievement: Examining between-person and within-person variation in five domains. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 116–127.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.05.004>
- Johnson, S. (1987). Gender differences in science: Parallels in interest, experience and performance. *International Journal of Science Education*, 9(4), 467–481.
<https://doi.org/10.1080/0950069870090405>
- Jones, J. P., Bradley, G., & Love, S. (2017). The Quick Quiz: An Unplugged Assessment for the Math Educator's Toolbox. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 91(2), 78–84.
<https://doi.org/10.1080/00098655.2017.1386003>
- Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*,

- 84(2), 180–192. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200003\)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X)
- Kay, R. H., & LeSage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819–827. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.001>
- Kelly, R. M. (2020). *Acid-Base Neutralization Animation*. http://stage.sjsu.edu/people/resa.kelly/general_chemistry_animations_and_videos/Neutralization_Animation/index.html
- Kickmeier-Rust, M. D., Hillemann, E.-C., & Albert, D. (2014). Gamification and Smart Feedback. *International Journal of Game-Based Learning*, 4(3), 35–46.
- Kingston, N., & Nash, B. (2011). Formative Assessment: A MetaAnalysis and a Call for Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(4), 28–37.
- Kiper, H., Meyer, H., Topsch, W., & Hinz, R. (2011). *Einführung in die Schulpädagogik* (6. Auflage [der Neuausgabe]). *Studium kompakt Unterricht, Schule*. Berlin. Cornelsen.
- KMK (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife: (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf
- Knogler, M. (2017). Situational Interest: A Proposal to Enhance Conceptual Clarity. In P. A. O'Keefe & J. M. Harackiewicz (Hrsg.), *The Science of Interest* (S. 109–124). Cham: Springer International Publishing.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.08.004>
- Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14(1), 23–40. <https://doi.org/10.1007/BF03173109>
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383–409. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1)
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15(5), 381–395.

- Krapp, A., & Hascher, T. (2014). Theorien der Lern- und Leistungsmotivation. In L. Ahnert (Hrsg.), *Lehrbuch. Theorien in der Entwicklungspsychologie* (S. 252–281). Berlin: Springer VS.
- Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, Learning and Development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 3–25). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Kunter, M., Baumert, J., & Köller, O. (2007). Effective classroom management and the development of subject-related interest. *Learning and Instruction*, 17(5), 494–509.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.002>
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820.
- Kunter, M., & Voss, T. (2013). The Model of Instructional Quality in COACTIV: A Multicriteria Analysis. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Mathematics Teachers Education: Vol. 8. Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers: Results from the COACTIV Project* (S. 97–124). New York: Springer.
- Larsen, R. J., & Fredrickson, B. L. (1999). Measurement Issues in Emotion Research. In D. Kahneman, E. Diener, & N. Schwarz (Hrsg.), *Well-Being: Foundations of Hedonic Psychology* (S. 40–60). Russell Sage Foundation.
- Laugsch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C)
- Lin, H.-s., Hong, Z.-R., & Chen, Y.-C. (2013). Exploring the Development of College Students' Situational Interest in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2152–2173. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.818261>
- Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A. M., Conley, A. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Karabenick, S. A., & Harackiewicz, J. M. (2010). Measuring Situational Interest in Academic Domains. *Educational and Psychological Measurement*, 70(4), 647–671.
<https://doi.org/10.1177/0013164409355699>

- Linnenbrink-Garcia, L., Patall, E. A., & Messersmith, E. E. (2013). Antecedents and consequences of situational interest. *The British Journal of Educational Psychology*, 83(Pt 4), 591–614. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02080.x>
- Lipstein, R., & Renninger, K. A. (2007). "Putting Things into Words": The Development of 12-15-Year-Old Students' Interest for Writing. In S. Hidi & P. Boscolo (Hrsg.), *Writing and Motivation* (S. 113–140). BRILL.
- Logan, M. R., & Skamp, K. R. (2008). Engaging Students in Science Across the Primary Secondary Interface: Listening to the Students' Voice. *Research in Science Education*, 38(4), 501–527. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9063-8>
- Logan, M. R., & Skamp, K. R. (2013). The Impact of Teachers and Their Science Teaching on Students' 'Science Interest': A four-year study. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2879–2904. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667167>
- Loukomies, A., Pnevmatikos, D., Lavonen, J., Spyrtou, A., Byman, R., Kariotoglou, P., & Juuti, K. (2013). Promoting Students' Interest and Motivation Towards Science Learning: The Role of Personal Needs and Motivation Orientations. *Research in Science Education*, 43(6), 2517–2539. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9370-1>
- Lüdtke, O., Robitzsch, A., & West, S. G. (2020). Regression models involving nonlinear effects with missing data: A sequential modeling approach using Bayesian estimation. *Psychological Methods*, 25(2), 157–181. <https://doi.org/10.1037/met0000233>
- Lyons, T., & Quinn, F. (2010). *Choosing science: Understanding the declines in senior high school science enrolments*. National Centre of Science, Information and Communication Technology, and Mathematics Education for Rural and Regional Australia.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students. *Science Education*, 95(5), 877–907. <https://doi.org/10.1002/sce.20441>
- Markic, S., & Abels, S. (2014). Heterogeneity and Diversity: A Growing Challenge or Enrichment for Science Education in German Schools? *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(4). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1082a>
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., & Köller, O. (2008). Social comparison and big-fish-little-pond effects on self-concept and other self-belief constructs: Role of generalized and specific others. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 510–524. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.510>
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Baumert, J. (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: Reciprocal effects models of

- causal ordering. *Child Development*, 76(2), 397–416. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x>
- Matthews, B. (2004). Promoting emotional literacy, equity and interest in science lessons for 11–14 year olds; the ‘Improving Science and Emotional Development’ project. *International Journal of Science Education*, 26(3), 281–308. <https://doi.org/10.1080/0950069032000097406>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). Beltz Pädagogik. Weinheim. Beltz. http://content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407293930
- Merritt, J., Lee, M. Y., Rillero, P., & Kinach, B. M. (2017). Problem-Based Learning in K–8 Mathematics and Science Education: A Literature Review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1674>
- Meyer, H. (2003). Zehn Merkmale guten Unterrichts: Empirische Befunde und didaktische Ratschläge. *Pädagogik*, 10, 36–43.
- Meyer, H. (2005). *Was ist guter Unterricht? Sonderausgabe mit 65 Min.-Vortrag (DVD)* (3. Aufl., Sonderausg.). Cornelsen Scriptor.
- Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women’s representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 631–644. <https://doi.org/10.1037/edu0000005>
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein (2019). *Fachanforderungen Chemie: Allgemein bildende Schulen Sekundarstufe I Sekundarstufe II*. <https://lehrplan.lernnetz.de/index.php?DownloadID=1107>
- Mitchell, M. (1993). Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424–436.
- Murciano-Calles, J. (2020). Use of Kahoot for Assessment in Chemistry Education: A Comparative Study. *Journal of Chemical Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00348>
- Murray, I., & Reiss, M. (2005). The student review of the science curriculum. *School Science Review*, 87(318), 83–93. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10024134/>
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. National Academies Press.
- Nett, U. E., Bieg, M., & Keller, M. M. (2017). How Much Trait Variance Is Captured by Measures of Academic State Emotions? *European Journal of Psychological Assessment*, 33(4), 239–255. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000416>

- Newman, D. A. (2014). Missing Data. *Organizational Research Methods*, 17(4), 372–411. <https://doi.org/10.1177/1094428114548590>
- O' Dwyer, A., & Childs, P. (2014). Organic Chemistry in Action! Developing an Intervention Program for Introductory Organic Chemistry To Improve Learners' Understanding, Interest, and Attitudes. *Journal of Chemical Education*, 91(7), 987–993.
- Ochsen, S., Bernholt, S., Bernholt, A., & Parchmann, I. (2020). Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht – Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 36(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00122-x>
- OECD (2020). *What Students Learn Matters: Towards a 21st Century Curriculum*. OECD Publishing.
- Oser, F. K., & Baeriswyl, F. J. (2001). Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (4th ed.). Washington, DC: American Educational Research Assoc.
- Palmer, D. (2004). Situational interest and the attitudes towards science of primary teacher education students. *International Journal of Science Education*, 26(7), 895–908. <https://doi.org/10.1080/0950069032000177262>
- Palmer, D., Dixon, J., & Archer, J. (2017). Using Situational Interest to Enhance Individual Interest and Science-Related Behaviours. *Research in Science Education*, 47(4), 731–753. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9526-x>
- Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147–165. <https://doi.org/10.1002/tea.20263>
- Panadero, E., & Romero, M. (2013). To rubric or not to rubric? The effects of self-assessment on self-regulation, performance and self-efficacy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 21(2), 133–148. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2013.877872>
- Paola, M. de, Ponzio, M., & Scoppa, V. (2013). Class size effects on student achievement: Heterogeneity across abilities and fields. *Education Economics*, 21(2), 135–153. <https://doi.org/10.1080/09645292.2010.511811>
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., & Ralle, B. (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041–1062. <https://doi.org/10.1080/09500690600702512>
- Patall, E. A., Vasquez, A. C., Steingut, R. R., Trimble, S. S., & Pituch, K. A. (2016). Daily interest, engagement, and autonomy support in the high school science classroom.

- Contemporary Educational Psychology*, 46, 180–194.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.06.002>
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R. (2018). Emotion, Lernen und Leistung. In M. Huber & S. Krause (Hrsg.), *Bildung und Emotion* (S. 215–231). Wiesbaden: Springer VS.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-18589-3_12
- Petersen, J., Reisas, S., & Tanski, G. (2011). *Unterricht vorbereiten und planen können: Ein Lehrbuch zur Unterrichtsvorbereitung und Stundenplanung ; mit interaktiver Lern-DVD* (3., verb. Aufl.). *Didaktische Welten Lehrkompetenzen: Teil 1*. Augsburg. Brigg Pädagogik Verl.
- Pinger, P., Rakoczy, K., Besser, M., & Klieme, E. (2016). Implementation of formative assessment – effects of quality of programme delivery on students' mathematics achievement and interest. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(2), 160–182. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2016.1170665>
- Popham, W. J. (2008). *Transformative assessment*. *Gale virtual reference library*. Alexandria, VA. Association for Supervision and Curriculum Development.
<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10222012>
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014a). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784–802.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014b). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Praetorius, A.-K., & Charalambous, C. Y. (2018). Classroom observation frameworks for studying instructional quality: Looking back and looking forward. *ZDM*, 50(3), 535–553. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0946-0>
- Praetorius, A.-K., Herrmann, C., Gerlach, E., Zülsdorf-Kersting, M., Heinitz, B., & Nehring, A. (2020). Unterrichtsqualität in den Fachdidaktiken im deutschsprachigen Raum – zwischen Generik und Fachspezifik. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 409–446.
<https://doi.org/10.1007/s42010-020-00082-8>

- Pütz, N. (2020). Die Mytery-Methode. In J. Mülhausen & N. Pütz (Hrsg.), *Unterricht Biologie. Neue Mysterys im Biologieunterricht: 9 rätselhafte Fälle zu Nachhaltigkeit und Ökologie* (1st ed., S. 10–20).
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rakoczy, K., Buff, A., & Lipowsky, F. (2005). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie. "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis". 1. Befragungsinstrumente*. GPF u.a.
- Rakoczy, K., Pinger, P., Hochweber, J., Klieme, E., Schütze, B., & Besser, M. (2018). Formative assessment in mathematics: Mediated by feedback's perceived usefulness and students' self-efficacy. *Learning and Instruction*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.004>
- Ramaprasad, A. (1983). On the definition of feedback. *Behavioral Science*, 28(1), 4–13. <https://doi.org/10.1002/bs.3830280103>
- Rathunde, K., & Csikszentmihalyi, M. (1993). Undivided interest and the growth of talent: A longitudinal study of adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 22(4), 385–405. <https://doi.org/10.1007/bf01537720>
- Rauthmann, J. F., Gallardo-Pujol, D., Guillaume, E. M., Todd, E., Nave, C. S., Sherman, R. A., Ziegler, M., Jones, A. B., Funder, D. C., Rauthmann, J. F., Gallardo-Pujol, D., Guillaume, E. M., Todd, E., Nave, C. S., Sherman, R. A., Ziegler, M., Jones, A. B., & Funder, D. C. (2014). The Situational Eight DIAMONDS: A Taxonomy of Major Dimensions of Situation Characteristics // A taxonomy of major dimensions of situation characteristics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 677–718. <https://doi.org/10.1037/a0037250>
- Reeve, J., Lee, W., & Won, S. (2015). Interest as Emotion, as Affect, and as Schema. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Hrsg.), *Interest in mathematics and science learning*. Washington, DC: American Educational Research Association.
- Renninger, K. A., & Bachrach, J. E. (2015). Studying Triggers for Interest and Engagement Using Observational Methods. *Educational Psychologist*, 50(1), 58–69. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.999920>
- Renninger, K. A., Bachrach, J. E., & Hidi, S. E. (2019). Triggering and maintaining interest in early phases of interest development. *Learning, Culture and Social Interaction*, 23, 100260.

- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the Conceptualization, Measurement, and Generation of Interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2016). *The power of interest for motivation and engagement*. Routledge.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2019). Interest Development and Learning. In *The Cambridge Handbook of Motivation and Learning* (S. 265–290). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316823279.013>
- Renninger, K. A., & Su, S. (2012). Interest and Its Development. In R. M. Ryan (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Human Motivation* (167 - 187). Oxford University Press.
- Reschke, T., Koenen, J., & Sumfleth, E. (2020). Vom situationalen Interesse zum Lernerfolg: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26(1), 191–206. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00120-z>
- Riedel, A. (2021). *Der Vorbereitungsdienst in Schleswig-Holstein: Ausbildungscurriculum für das Lehramt an Gymnasien*. Kiel.
- Robitzsch, A., & Lüdtke, O. (2020). mdmb. <https://CRAN.R-project.org/package=mdmb>
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2015). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(1), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2014). Situational interest and learning: Thirst for knowledge. *Learning and Instruction*, 32, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.01.002>
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2017). The Role of Interest in Learning:: Knowledge Acquisition at the Intersection of Situational and Individual Interest. In P. A. O'Keefe & J. M. Harackiewicz (Hrsg.), *The Science of Interest*. Cham: Springer International Publishing.
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2018). How individual interest influences situational interest and how both are related to knowledge acquisition: A microanalytical investigation. *The Journal of Educational Research*, 111(5), 530–540.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1310710>
- Roth, H. (1957). *Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens*. Hermann Schroedel Verlag.

- Ruppert, W. (2010). Welches Interesse haben Schüler an biologischen Themen? In U. Spörhase-Eichmann & W. Ruppert (Hrsg.), *Biologie-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (4th ed., S. 107–123). Berlin: Cornelsen.
- Ryan, & Deci (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Ryan, R. M., & Connell, J. P. (1989). Perceived locus of causality and internalization: Examining reasons for acting in two domains. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(5), 749–761. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.5.749>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2004). Overview of Self-Determination Theory: An Organismic Dialectical Perspective. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 3–33). Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education*, 96(3), 411–427.
<https://doi.org/10.1002/sce.21007>
- Sälzer, C., & Reiss, K. (2016). PISA 2015 - die aktuelle Studie. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 13–44). Münster, New York: Waxmann.
- Sansone, C., Thoman, D., & Fraughton, T. (2015). The Relation Between Interest and Self-Regulation in Mathematics and Science. In K. A. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Hrsg.), *Interest in mathematics and science learning* (S. 111–131). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7(2), 147–177. <https://doi.org/10.1037/1082-989x.7.2.147>
- Schiefele, U. (1991). Interest, Learning, and Motivation. *Educational Psychologist*, 26(3 & 4), 299–323.
- Schiefele, U. (1996). *Motivation und Lernen mit Texten: [Motivation and learning with texts]*. Hogrefe.
- Schiefele, U. (1999). Interest and Learning From Text. *Scientific Studies of Reading*, 3(3), 257–279.
- Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. In K. R. Wenzel & A. Wigfield (Hrsg.), *Educational psychology handbook series. Handbook of motivation at school* (S. 197–222). New York, NY, US: Routledge/Taylor & Francis Group.

- Schiefele, U. (2017). Classroom management and mastery-oriented instruction as mediators of the effects of teacher motivation on student motivation. *Teaching and Teacher Education*, 64, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.02.004>
- Schiefele, U., Krapp, A., & Winterer, A. (1992). Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 183–212). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schiefer, I. M., Becker, S., & Artelt, C. (2018). Empirische Arbeit: Eine personenzentrierte Betrachtung der Entwicklung des Fachinteresses Deutsch, Mathematik und Englisch von Jahrgangsstufe 4 bis 11. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 65(2), 141.
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., & Neumann, K. (2019). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2018: aktueller Stand, Veränderungen und Implikationen für die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018: Grundbildung im internationalen Vergleich*.
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtner, S., Parchmann, I., & Prenzel, M. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45–98). Münster, New York: Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Schmidtner, S., Müller, K., Heine, J.-H., Neumann, K., & Lüdtke, O. (2016). Naturwissenschaftlicher Unterricht in Deutschland in PISA 2015 im internationalen Vergleich. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation*. Münster, New York: Waxmann.
- Schmidt, H.-J. (1990). *Stolpersteine im Chemieunterricht: Empirische Untersuchungen über Schülerfehler beim stöchiometrischen Rechnen*. Diesterweg-Sauerländer.
- Schmidt, H. G., & Rotgans, J. I. (2020). Epistemic Curiosity and Situational Interest: Distant Cousins or Identical Twins? *Educational Psychology Review*, 39(1), 53. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09539-9>
- Schmidt, S. (2009). *Didaktische Rekonstruktion des Basiskonzepts 'Stoff-Teilchen' für den Anfangsunterricht nach Chemie im Kontext* (Dissertation). Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg.

- Scholz, A. (2008). *Entwicklung und Einstufung von Aufgaben zum Themengebiet Säure-Base-Reaktionen* (Bachelorarbeit). Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg.
- Schöne, Dickhäuser, Spinath, & Stiensmeier-Pelster (2012). *SESSKO: Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzepts*. Hogrefe Verl. für Psychologie.
- Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational Interest: A Review of the Literature and Directions for Future Research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23–52. <https://doi.org/10.1023/A:1009004801455>
- Schukajlow, S., & Rakoczy, K. (2016). The power of emotions: Can enjoyment and boredom explain the impact of individual preconditions and teaching methods on interest and performance in mathematics? *Learning and Instruction*, 44(1), 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.05.001>
- Shana, Z. A., & Al Baki, S. A. (2020). Using Plickers in Formative Assessment to Augment Student Learning. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 12(2), 57–76.
- Shavelson, R. J., Young, D. B., Ayala, C. C., Brandon, P. R., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Tomita, M. K., & Yin, Y. (2008). On the Impact of Curriculum-Embedded Formative Assessment on Learning: A Collaboration between Curriculum and Assessment Developers. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 295–314. <https://doi.org/10.1080/08957340802347647>
- Sheldrake, R., Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2017). Science teaching and students' attitudes and aspirations: The importance of conveying the applications and relevance of science. *International Journal of Educational Research*, 85, 167–183. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.08.002>
- Shepard, L. A. (2000). The Role of Assessment in a Learning Culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X029007004>
- Shin, D. D., & Kim, S.-i. (2019). Homo Curious: Curious or Interested? *Educational Psychology Review*, 31(4), 853–874.
- Shirazi, S. (2017). Student experience of school science. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1891–1912. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1356943>
- Silvia, P. J. (2005). What is interesting? Exploring the Appraisal Structure of Interest // What is interesting? Exploring the appraisal structure of interest. *Emotion*, 5(1), 89–102. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.1.89>

- Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest. Psychology of human motivation*. Oxford, New York. Oxford University Press. <http://search.ebsco-host.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=215667>
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project: The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project*. Final Report.
- Snijders, T. A. B., & Bosker, R. J. (2012). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling* (2nd edition). Sage.
- Starr, C. R. (2018). "I'm Not a Science Nerd! ". *Psychology of Women Quarterly*, 42(4), 489–503. <https://doi.org/10.1177/0361684318793848>
- Steffensky, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 299–313). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Steinmayr, R., & Spinath, B. (2010). Konstruktion und erste Validierung einer Skala zur Erfassung subjektiver schulischer Werte (SESSW). *Diagnostica*, 56(4), 195–211. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000023>
- Stiller, J. (2016). *Scientific Inquiry im Chemieunterricht*. Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät.
- Stojanovic, M., Grund, A., & Fries, S. (2020). App-Based Habit Building Reduces Motivational Impairments During Studying - An Event Sampling Study. *Frontiers in Psychology*, 11, 167. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00167>
- Stoll, G., Rieger, S., Lüdtke, O., Nagengast, B., Trautwein, U., & Roberts, B. W. (2017). Vocational interests assessed at the end of high school predict life outcomes assessed 10 years later over and above IQ and Big Five personality traits. *Journal of Personality and Social Psychology*, 113(1), 167–184. <https://doi.org/10.1037/pspp0000117>
- Stronge, J. H., Ward, T. J., Tucker, P. D., & Hindman, J. L. (2007). What is the Relationship Between Teacher Quality and Student Achievement? An Exploratory Study. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 20(3-4), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9053-z>
- Su, R. (2018). The three faces of interests: An integrative review of interest research in vocational, organizational, and educational psychology. *Journal of Vocational Behavior*, 116(4), 103240. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.10.016>

- Sumfleth, E., Neuroth, J., & Leutner, D. (2010). Concept Mapping - eine Lernstrategie muss man lernen. Concept Mapping - Learning Strategy is Something You Must Learn. *CHEMKON*, 17(2), 66–70. <https://doi.org/10.1002/ckon.201010114>
- Swarat, S., Ortony, A., & Revelle, W. (2012). Activity matters: Understanding student interest in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 515–537. <https://doi.org/10.1002/tea.21010>
- Tapola, A., Jaakkola, T., & Niemivirta, M. (2014). The Influence of Achievement Goal Orientations and Task Concreteness on Situational Interest. *The Journal of Experimental Education*, 82(4), 455–479. <https://doi.org/10.1080/00220973.2013.813370>
- Taskinen, P. H., Schütte, K., & Prenzel, M. (2013). Adolescents' motivation to select an academic science-related career: The role of school factors, individual interest, and science self-concept. *Educational Research and Evaluation*, 19(8), 717–733. <https://doi.org/10.1080/13803611.2013.853620>
- Todt, E., & Schreiber, S. (1998). Development of interests. *Interest and learning*, 25–40.
- Trautwein, U., Lüdtke, O., Nagy, N., Lenski, A., Niggli, A., & Schnyder, I. (2015). Using individual interest and conscientiousness to predict academic effort: Additive, synergistic, or compensatory effects? *Journal of Personality and Social Psychology*, 109(1), 142–162. <https://doi.org/10.1037/pspp0000034>
- Tsai, Y.-M., Kunter, M., Lüdtke, O., Trautwein, U., & Ryan, R. M. (2008). What makes lessons interesting? The role of situational and individual factors in three school subjects. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 460–472. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.2.460>
- Tulis, M., & Ainley, M. (2011). Interest, enjoyment and pride after failure experiences? Predictors of students' state-emotions after success and failure during learning in mathematics. *Educational Psychology*, 31(7), 779–807. <https://doi.org/10.1080/01443410.2011.608524>
- Van Buuren, S., & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: Multivariate Imputation by Chained Equations in R. *Journal of Statistical Software*, 45(3). <https://doi.org/10.18637/jss.v045.i03>
- Wackermann, R., Trendel, G., & Fischer, H. E. (2008). Überprüfung der Wirksamkeit einer lernwegeorientierten Fortbildung für Physiklehrer. In E.-M. Lankes (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung* (S. 61–86). Münster: Waxmann.

- Walpuski, M., & Hauck, A. (2017). Experimente und Lernerfolg: Wie können Experimentierphasen optimiert werden, um Interesse und Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen? *Unterricht Chemie*, (158), 8–13.
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! For learning – A literature review. *Computers & Education*, 149, 103818.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>
- Wang, J., & Staver, J. R. (2001). Examining Relationships Between Factors of Science Education and Student Career Aspiration. *The Journal of Educational Research*, 94(5), 312–319. <https://doi.org/10.1080/00220670109598767>
- Wang, M.-T., & Degol, J. L. (2017). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 29(1), 119–140.
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>
- Weinert, F. E. (2002). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen: eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Beltz Pädagogik. Leistungsmessungen in Schulen* (2nd ed., S. 17–33). Weinheim: Beltz.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3–118.
https://doi.org/10.1207/s1532690xci1601_2
- William, D., & Thompson, M. (2008). Integrating assessment with learning: What will it take to make it work? In C. A. Dwyer (Hrsg.), *The Future of Assessment* (S. 53–82). New York, NY: Routledge.
- Willingham, D. T., & Lloyd, J. W. (2007). How Educational Theories Can Use Neuroscientific Data. *Mind, Brain, and Education*, 1(3), 140–149.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00014.x>
- Wong, H. M. (2017). Implementing self-assessment in Singapore primary schools: Effects on students' perceptions of self-assessment. *Pedagogies: An International Journal*, 12(4), 391–409. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2017.1362348>
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(4), 501–522.
- Yeh, C. Y. C., Cheng, H. N. H., Chen, Z.-H., Liao, C. C. Y., & Chan, T.-W. (2019). Enhancing achievement and interest in mathematics learning through Math-Island. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(1), 1–19.
<https://doi.org/10.1186/s41039-019-0100-9>

- Yilmaz, K. (2013). Comparison of Quantitative and Qualitative Research Traditions: Epistemological, theoretical, and methodological differences. *European Journal of Education, 48*(2), 311–325.
- Yin, Y., Shavelson, R. J., Ayala, C. C., Ruiz-Primo, M. A., Brandon, P. R., Furtak, E. M., Tomita, M. K., & Young, D. B. (2008). On the Impact of Formative Assessment on Student Motivation, Achievement, and Conceptual Change. *Applied Measurement in Education, 21*(4), 335–359. <https://doi.org/10.1080/08957340802347845>
- Zierer, K., & Wernke, S. (Hrsg.) (2017). *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! Status Quo und Perspektiven aus Sicht der empirischen Forschung*. Verlag Julius Klinkhardt. http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783781555655

Anhang A

Chemie finde ich eigentlich interessant, aber manchmal auch nicht – Zusammenhänge zwischen Merkmalen des Chemieunterrichts und dem situationalen Interesse von Lernenden

A1 Zusammenfassung von Interessentrigger

Tabelle A1. Zusammenfassung der Forschungslage zu Interessenstriggern; alle Studien beziehen sich auf naturwissenschaftlichen Unterricht und für alle untersuchten Trigger wurde in dem Kontext der zitierten Studie ein positiver Einfluss auf das Interesse gefunden; [1] = post-hoc Analyse von Unterricht, [2] = Review oder Scoping Study, [3] = Interventionsstudie

Bereich	Trigger	Autoren (beispielhafte Nennung)
<i>administrative Faktoren</i>	frühe Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften	Hulleman und Harackiewicz 2009 [2]
	Nutzen von außerschulische Lerngelegenheiten	Ainley und Ainley 2011 [1]
<i>Aspekte der Selbstbestimmungstheorie</i>	Kompetenzerleben	Loukomies et al. 2013 [3]
	Soziale Eingebundenheit	Swarat et al. 2012 [3]
	Autonomieerleben	Jack und Lin 2017 [2]
<i>„Collative Variables“ (Gestaltung von Lernmaterialien)</i>	Neuheit	Palmer 2009 [3]
	Überraschender Inhalt	Palmer 2009 [3]
	Komplexität	Loukomies et al. 2013 [3]
	Spannung	Palmer 2009 [3]
<i>Charakteristika der Lehrkraft</i>	Humor	Logan und Skamp 2013 [3]
	Phantasie	Renninger und Bachrach 2015 [3]
	Einbau von persönlichen Anekdoten	Jack und Lin 2014 [2]
<i>Beziehung zwischen Lehrkraft und Lernenden</i>	Unterstützung durch die Lehrkraft	Logan und Skamp 2013 [3]
	Feedback durch die Lehrkraft	Matthews 2004 [3]
	positive Beziehung	Hong und Lin-Siegler 2011 [3]
	Vertrauen der Lernenden in die Lehrkraft	Jack und Lin 2017 [2]
	entspannte Unterrichts Atmosphäre	Logan und Skamp 2013 [3]
<i>Unterrichtsgestaltung</i>	Visuelle Stimuli	Wyss et al. 2012 [3]
	Einfache Gestaltung von naturwissenschaftlichen Texten	Hong und Lin-Siegler 2011 [3]
	Klare Instruktionen	Logan und Skamp 2013 [3]
	angemessenes Unterrichtstempo	Logan und Skamp 2013 [3]
	Abschreiben minimieren	Logan und Skamp 2013 [3]
	Problembasierte Unterrichtsansätze	Knogler et al. 2015 [2]
	Forschendes Lernen	Swarat et al. 2012 [3]
	Projektarbeit	Hulleman und Harackiewicz 2009 [2]
	Gruppenarbeit	Renninger und Bachrach 2015 [3]
	Einsatz moderner Technologien	Swarat et al. 2012 [3]
	Variabilität bei der Wahl von Informationsquellen	Swarat et al. 2012 [3]
	Einsatz von Rätseln, Wettbewerben und Spielen	Cheung 2017 [3]
	investigative Aufgaben	Logan und Skamp 2013 [3]
	„Hands-on“-Aktivitäten	Shirazi 2017 [1]
	persönliche oder gesellschaftliche Relevanz	Ainley und Ainley 2011 [1]
	authentische Kontexte	Sheldrake et al. 2017 [1]

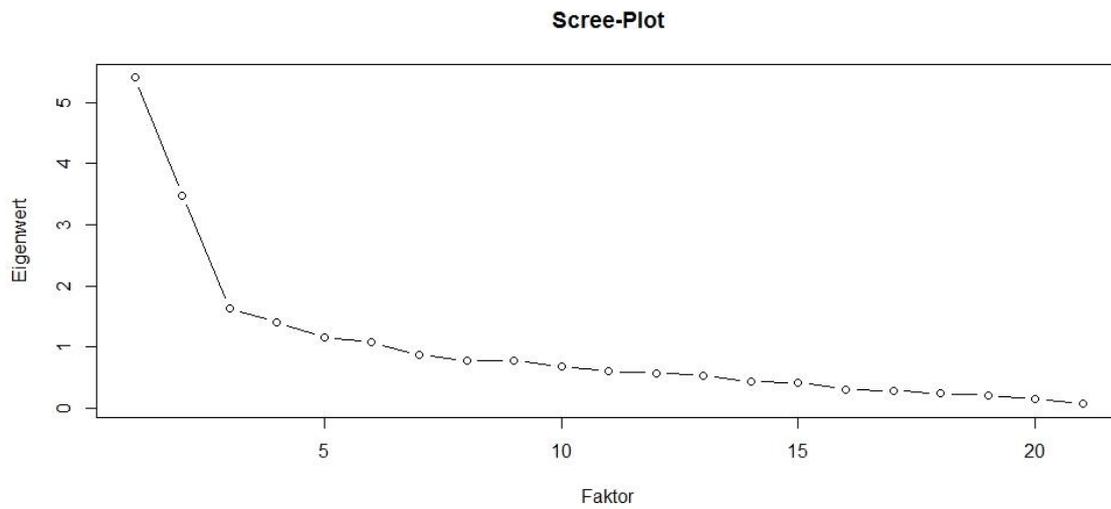
A2 Scree-Plots zur explorativen Faktorenanalyse (Items zur Unterrichtsbeobachtung)

Abbildung A1. Scree-Plot auf Basis von 21 Items (s. Kap. 4.4.2); legt eine vier- oder sechs-faktorielle Struktur des Datensatzes zur Unterrichtsbeobachtung nahe

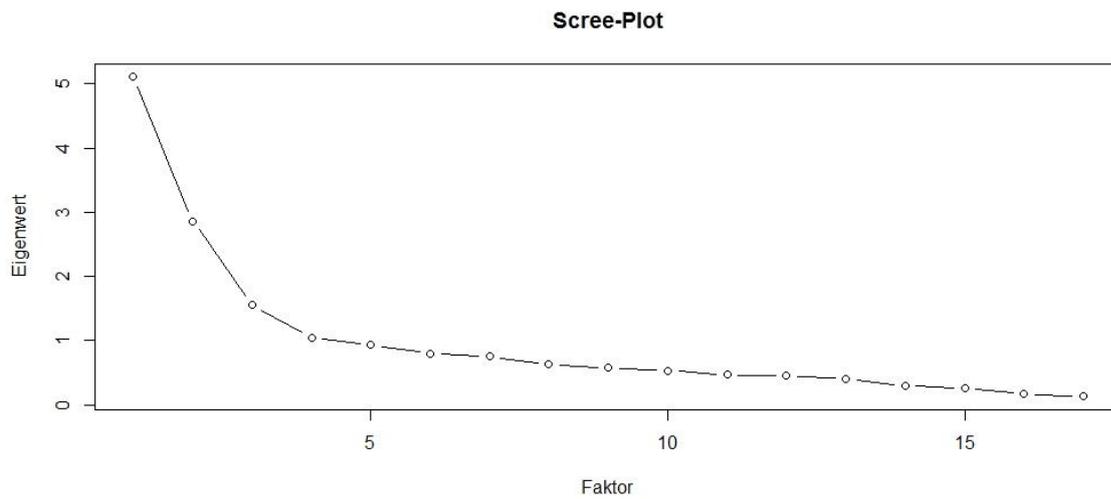


Abbildung A2. Scree-Plot der wiederholten Faktorenanalyse nach Löschung weiterer 4 Items (s. Kap. 4.4.2); legt eine vier-faktorielle Struktur des Datensatzes zur Unterrichtsbeobachtung nahe

A3 Beobachtungsbogen zur Diagnose der Unterrichtsqualität

Tabelle A2. Itemformulierungen des Beobachtungsbogens (adaptiert nach Helmke et al. 2010)

		stimme nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme eher zu	stimme zu
Klassenmanagement					
1	Die gesamte Unterrichtsstunde wurde für den Lernstoff verwendet.	①	②	③	④
2	Der Kollege hat alles mitbekommen, was in der Klasse passiert ist.	①	②	③	④
3	Den Schüler/innen war jederzeit klar, was sie tun sollten.	①	②	③	④
4	Die Schüler/innen konnten ungestört arbeiten.	①	②	③	④
5	Der Kollege hat darauf geachtet, dass jeder klar und deutlich spricht.	①	②	③	④
Förderung					
6	Den Schülerinnen und Schülern wurde freigestellt, in welcher Sozialform (SF) sie arbeiten möchten.	①	②	③	④
7	Den Schüler/innen ist klar, was sie in dieser Stunde lernen sollten.	①	②	③	④
8	Der Kollege hat darauf geachtet, dass alle den Lernstoff des Unterrichts sicher beherrschen.	①	②	③	④
9	Wenn der Kollege Fragen oder Aufgaben gestellt hat, hat er den Schüler/innen ausreichend Zeit zum Überlegen gelassen.	①	②	③	④
10	Der Kollege war freundlich zu den Schüler/innen.	①	②	③	④
11	Der Kollege hat so erklärt, dass die Schüler/innen alles verstanden haben.	①	②	③	④
Verständnis					
12	Die Hinweise und Rückmeldungen des Kollegen waren für die Schüler/innen hilfreich.	①	②	③	④
13	Die Schüler/innen haben sich mit eigenen Beiträgen am Unterrichtsgespräch beteiligt.	①	②	③	④
14	Es gab Fragen oder Aufgaben, bei denen die Schüler/innen richtig nachdenken mussten.	①	②	③	④
Strukturierung					
15	Der Lernstoff wurde sichtbar gemacht, zum Beispiel durch Schaubild, Mindmap, Poster oder Zeichnung.	①	②	③	④

		stimme nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme eher zu	stimme zu
16	Die wichtigsten Punkte wurden zusammengefasst.	①	②	③	④
17	Die Schüler/innen haben sich wechselseitig etwas erklärt, sich Fragen gestellt oder Rückmeldung gegeben.	①	②	③	④

A4 Codiermanual zur Einordnung von Unterrichtsphasen

Tabelle A3. Codiermanual zur Kategorisierung und Abgrenzung der beobachteten Unterrichtsphasen (adaptiert für den Chemieunterricht nach Petersen et al. (2011))

Phase	Beschreibung und Abgrenzung der Phase
Einstieg	Einstiege sind Phasen, die als Hinleitung zu einem neuen Themengebiet dienen. Sie sind von einem geringen fachlichen Fokus geprägt. Außerdem wird in diesen Phasen kein (oder wenig) neues Wissen generiert, ggf. Vorwissen aktiviert und/oder Fragestellungen aufgeworfen. Einstiegsphasen können auch als inhaltliche Wiederholung der letzten Unterrichtsstunde gestaltet sein. Einstiege können demnach auch Aspekte von anderen Phasen (meistens Sicherungs- oder Wiederholungsphasen) haben.
Problematisierung	In diesen Phasen werden Fragestellungen oder Probleme durch die Lehrkraft oder die Lernenden selbst aufgeworfen. Diese können allerdings noch nicht durch das Vorwissen der Lernenden aufgeklärt werden.
Erarbeitung (theoretisch)	In diesen Phasen werden Lerninhalte theoretisch (bspw. über Arbeitsblätter) erarbeitet. Auch Auswertungsphasen nach Experimenten, in denen die Auswertung nicht auf einer phänomenologischen oder deskriptiven Ebene stattfinden, werden als theoretische E. codiert.
Erarbeitung (praktisch)	In dieser Phase finden hauptsächlich Experimentierphasen statt. Dazu zählen auch Demonstrationsversuche, welche von der Lehrkraft oder nur einer Schüler(gruppe) durchgeführt werden und Modellversuche. Teilweise wird in diesen Phasen auch schon mit der Auswertung begonnen. Ist diese jedoch aufwändiger (s. theoretische Erarbeitungsphase), wird sie eigenständig kategorisiert (Sicherung oder Erarbeitung theoretisch).
Sicherung	In Sicherungsphasen werden Ergebnisse, die in den vorherigen Phasen (oder Unterrichtsstunden) erarbeitet wurden, zusammengefasst und nochmal für alle Lernende dargestellt.
Transfer/Vertiefung	In diesen Phasen wird ein zuvor behandelter Inhalt (selbstständig) durch die Lernenden auf ein anderes Phänomen etc. übertragen oder vertiefend behandelt.
Wiederholung	In diesen Phasen werden Lerninhalte, die bereits behandelt wurden, wiederholt. Allerdings werden die Phasen, die als Einstieg in die neue Stunde dienen und ausschließlich die Inhalte der letzten Stunde wiederholen, als Einstieg codiert. Die ersten Phasen einer Unterrichtsstunde, in denen mehr als nur der Inhalt der letzten Unterrichtsstunde wiederholt wird, werden als Wiederholungsphasen codiert.

A5 Itemabstufungen zur Diagnose der Unterrichtsqualität

Bereich: Klassenmanagement

Item 1: Die gesamte Unterrichtsstunde wurde für den Lernstoff verwendet.

Abstufung	Voraussetzung
1	Der zeitliche Anteil, der für andere Tätigkeiten als für den Lernstoff (z.B. Organisation) bereitgestellt werden muss, beträgt mehr als die Hälfte der Unterrichtszeit.
2	Der zeitliche Anteil, der für andere Tätigkeiten als für den Lernstoff bereitgestellt werden muss, beträgt mehr als ein Viertel der Unterrichtszeit, aber weniger als die Hälfte.
3	Es wird kaum anderweitig Zeit aufgewandt (weniger als 5 Minuten).
4	Die Zeit wird ausschließlich für den Lernstoff verwendet.

Item 2: Der Kollege hat alles mitbekommen, was in der Klasse passiert ist.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich ohne Wissen der Lehrkraft größtenteils mit nicht-fachlichen Inhalten.
2	Einige Schülerinnen und Schüler (oder bei Gruppenarbeit einige Schülergruppen) beschäftigen sich ohne Wissen der Lehrkraft überwiegend mit nicht-fachlichen Inhalten.
3	Sehr wenige Schülerinnen und Schüler (unter drei Schüler; bei Gruppenarbeit höchstens eine Gruppe) beschäftigen sich ohne Wissen der Lehrkraft mit nicht-fachlichen Inhalten.
4	Die Lehrkraft bemerkt alles, was im Klassenraum passiert.

Item 3: Den Schüler/innen war jederzeit klar, was sie tun sollten

Abstufung	Voraussetzung
1	Mehr als 50 % der Schülerinnen und Schüler stellen Nachfragen zu dem Arbeitsauftrag. Es herrscht große Unruhe in der Klasse.
2	Es werden viele Nachfragen gestellt (mehr als 20 % der Schülerinnen und Schüler stellen Fragen) und die Schülerinnen und Schüler können nicht sofort anfangen zu arbeiten.
3	Es werden wenige Nachfragen (weniger als 20 % der Schülerinnen und Schüler je Aufgabenstellung).
4	Es werden kaum Nachfragen gestellt (weniger als 5 % der Schülerinnen und Schüler).

Item 4: Die Schüler/innen konnten ungestört arbeiten.

Abstufung	Voraussetzung
1	Es gab sehr viele Nachfragen durch die Schülerinnen und Schüler (mehr als 50 % haben eine Frage) und/oder mehr als drei Nachträge durch die Lehrkraft.
2	Es gab viele Nachfragen von Seiten der Schüler (mehr als drei) und/oder bis zu drei Nachträge durch die Lehrkraft.
3	Es gab wenige Nachfragen von Seiten der Schüler (weniger als drei) und/oder keinen oder nur einen Nachtrag durch die Lehrkraft.
4	Die Arbeitsphase wurde nicht unterbrochen.

Item 5: Der Kollege hat darauf geachtet, dass jeder klar und deutlich spricht.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Lehrkraft achtet nicht auf die Sprache und die Sprachgeschwindigkeit der Schülerinnen und Schüler.
2	Die Lehrkraft bittet nur in extremen Fällen (z.B. wenn eine Schülerin/ein Schüler extrem leise spricht) um eine Wiederholung in angemessener Lautstärke.
3	Die Lehrkraft achtet in vielen Fällen auf eine angemessene Sprache/Sprachlautstärke und bittet bei Bedarf um eine Wiederholung.
4	Die Lehrkraft achtet in fast allen Fällen auf eine angemessene Sprache/Sprachlautstärke und bittet bei Bedarf um eine Wiederholung oder Anpassung der Aussage.

Bereich: Förderung

Item 6: Der Kollege war freundlich zu den Schüler/innen.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Lehrkraft war zu einem Drittel (oder mehr) der Schülerinnen und Schüler oder zur gesamten Klasse unfreundlich (durch abwertende Bewertungen der Schüleraussagen, allgemeine unfreundliche Aussagen, sarkastischen Bemerkungen).
2	Die Lehrkraft geht mit Schüleraussagen teils wertschätzend um, teils aber auch abwertend bzw. zeigt teilweise unfreundliches und teilweise freundliches Verhalten.
3	Die Lehrkraft zeigt den Schülerinnen und Schülern nur freundliches oder neutrales Verhalten.
4	Die Lehrkraft verhält sich gegenüber allen Schülerinnen und Schülern freundlich.

Item 7: Wenn der Kollege Fragen oder Aufgaben gestellt hat, hat er den Schüler/innen ausreichend Zeit zum Überlegen gelassen.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Lehrkraft wartet nicht ausreichend auf die Antwort von Schülerinnen und Schüler, sondern beantwortet ihre Frage/Aufgabe selbst.
2	Die Lehrkraft wartet nur so lange, bis sich die leistungsstärksten Schülerinnen und Schüler melden. Dadurch kommen immer die gleichen Schülerinnen und Schüler zu Wort.
3	Die Lehrkraft fordert die Schülerinnen und Schüler zu einer stärkeren Beteiligung am Unterrichtsgeschehen auf.
4	Die Lehrkraft zeigt adaptives Verhalten bei der Reaktion auf die Schülerbeteiligung (z.B. durch Umformulierung von Aufgabenstellungen...)

Item 8: Den Schüler/innen ist klar, was sie in dieser Stunde lernen sollten.

Abstufung	Voraussetzung
1	Das Lernziel der Unterrichtsstunde wurde den Schülerinnen und Schüler weder implizit noch explizit dargestellt.
2	Das Lernziel der Unterrichtsstunde wurde den Schülerinnen und Schülern nur durch implizite Äußerungen, Aufgabenstellungen etc. aufgezeigt.
3	Das Lernziel der Unterrichtsstunde wurde zu Beginn der Stunde aufgezeigt, aber während der Unterrichtsstunde nicht noch einmal aufgegriffen <u>oder</u> das Lernziel wurde zu Beginn der Unterrichtsstunde nicht aufgezeigt, aber im Verlauf der Unterrichtsstunde explizit gemacht.
4	Das Lernziel der Unterrichtsstunde wurde zu Beginn der Stunde aufgezeigt und während der Unterrichtsstunde an sinnvollen Stellen wieder aufgegriffen und verdeutlicht.

Item 9: Der Kollege hat so erklärt, dass die Schüler/innen alles verstanden haben.

Abstufung	Voraussetzung
1	Das Erklärungsniveau der Lehrkraft entspricht nicht den Fachanforderungen. Sie geht nicht auf Nachfragen von Schülerinnen und Schülern ein.
2	Das Erklärungsniveau der Lehrkraft entspricht nicht den Fachanforderungen. Sie geht nur knapp und nur vereinzelt auf Nachfragen von Schülerinnen und Schülern ein.
3	Die Lehrkraft wählt bei der Erklärung verschiedener Phänomene ein den Fachanforderungen entsprechendes Niveau. Sie geht auf Nachfragen von Schülerinnen und Schülern ein.
4	Die Lehrkraft wählt bei der Erklärung verschiedener Phänomene ein den Fachanforderungen entsprechendes Niveau und passt bei Bedarf sein Niveau der Klasse an. Sie geht auf Nachfragen von Schülerinnen und Schülern ein. Sie fragt selber noch einmal nach Verständnisproblemen.

Item 10: Den Schülerinnen und Schülern wurde freigestellt, in welcher Sozialform sie arbeiten möchten. (Wahlmöglichkeiten bezüglich der Lernkooperation)

Abstufung	Voraussetzung
1	Den Schülerinnen und Schülern wurde eine Sozialform aufgetragen, in der sie in Aufgabe bearbeiten sollen.
2	Die Lehrkraft hat mind. zwei verschiedene Sozialformen vorgeschlagen und den Schülerinnen und Schülern vorgeschrieben, in welcher sie arbeiten sollen.
3	Die Lehrkraft hat mind. zwei Sozialformen vorgeschlagen, zwischen denen die Schülerinnen und Schüler frei wählen konnten.
4	Die Schülerinnen und Schüler konnten selbstständig und ohne Vorgabe entscheiden, in welcher Sozialform sie arbeiten möchten.

Item 11: Der Kollege hat darauf geachtet, dass alle den Lernstoff des Unterrichts sicher beherrschen.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Lehrkraft hat nicht darauf geachtet, dass alle Schülerinnen und Schüler den Lernstoff sicher beherrschen.
2	Die Lehrkraft hat nach Verständnisproblemen gefragt und ist kurz auf eventuelle Nachfragen eingegangen.
3	Die Lehrkraft hat eigene fachliche Nachfragen gestellt um sicherzustellen, dass möglichst viele Schülerinnen und Schüler den Lernstoff sicher beherrschen.
4	Die Lehrkraft hat Nachfragen zum Verständnis gestellt und kooperative Arbeitsaufträge an die Schülerinnen und Schüler, um sicherzustellen, dass alle Schülerinnen und Schüler den Lernstoff beherrschen.

Bereich: Verständnis

Item 12: Die Hinweise und Rückmeldungen des Kollegen waren für die Schüler/innen hilfreich.

Abstufung	Voraussetzung
1	Es erfolgen sehr wenige und auch nur sehr kurze Rückmeldungen. Weniger als 30 % der Schüler, die sich aktiv in den Unterricht einbringen, erhalten ein Feedback.
2	Es erfolgen sehr wenige und auch nur sehr kurze Rückmeldungen. Weniger als 50 % der Schüler, die sich aktiv in den Unterricht einbringen, erhalten ein Feedback.
3	Die Rückmeldungen sind der Situation angemessen. Es fehlt ein elaboriertes Feedback.
4	Die Rückmeldungen sind der Situation angemessen. Bei detaillierten Rückmeldungen enthalten sie die typischen Merkmale eines Feedbacks: beschreibend, keine Wertung, konkret, angemessen, brauchbar, nichts Unabänderliches kritisieren; außerdem eine Aussage über das bisher Erreichte, den momentanen Stand und einen Ausblick in die Zukunft

Item 13: Die Schüler/innen haben sich mit eigenen Beiträgen am Unterrichtsgespräch beteiligt.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Schülerinnen und Schüler haben sich nicht mit eigenen Beiträgen am Unterrichtsgespräch beteiligt.
2	Die Schülerinnen und Schüler haben sich nur in dem Bereich der Reproduktion mit eigenen Beiträgen am Unterrichtsgespräch beteiligt.
3	Die Beiträge der Schülerinnen und Schüler stammen oft aus dem Bereich der Reproduktion, teilweise werden aber auch Reflexions-, Diskussions- oder bewertende Beiträge formuliert.
4	Die Schülerinnen und Schüler haben miteinander diskutiert, ihre Beiträge reflektiert und/oder in ihren Beiträgen aufeinander Bezug genommen. Die Schülerinnen und Schüler haben durch ihre Beiträge einen Großteil des Unterrichtsgesprächs selber gestaltet.

Item 14: Es gab Fragen oder Aufgaben, bei denen die Schüler/innen richtig nachdenken mussten.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Schülerinnen und Schüler wurden durch die Aufgaben oder Fragen nicht zum Nachdenken aufgefordert (z.B. Aufgaben aus dem reproduktiven Bereich).
2	Die Schülerinnen und Schüler wurden teilweise durch Aufgaben zum Nachdenken gebracht. Die Bearbeitung dieser Aufgaben nahm aber nur einen minimalen zeitlichen Anteil dieser Unterrichtsphase ein ($\leq 10\%$)
3	Die Schülerinnen und Schüler wurden durch die Aufgabenstellung zum Nachdenken angeregt. Die Bearbeitung dieser Aufgaben nahm mehr als 10% , aber weniger als 50% der Zeit dieser Unterrichtsphase ein. Es wurde keine Rücksicht auf eine Über- oder Unterforderung einiger Schüler oder Schülerinnen genommen.
4	Die Schülerinnen und Schüler wurden durch die Aufgabenstellung zum Nachdenken angeregt. Die Bearbeitung dieser Aufgaben nahm mehr als 50% der Zeit dieser Unterrichtsphase ein. Es wurde adaptiv auf eine Über- oder Unterforderung einiger Schüler oder Schülerinnen eingegangen.

Bereich: Strukturierung

Item 15: Der Lernstoff wurde sichtbar gemacht, zum Beispiel durch Schaubild, Mindmap, Poster oder Zeichnung.

Abstufung	Voraussetzung
1	Der Lernstoff wurde nicht visualisiert.
2	Der Lernstoff wurde nur auf eine Art und Weise dargestellt und diese wurde nicht mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert.
3	Der Lernstoff wurde auf eine Art und Weise dargestellt und mit den Schülerinnen und Schülern entweder zuvor erarbeitet und/oder im Nachhinein diskutiert.
4	Der Lernstoff wurde auf mindestens zwei verschiedenen Art und Weisen dargestellt und mit den Schülerinnen und Schülern entweder zuvor erarbeitet und/oder im Nachhinein diskutiert.

Item 16: Die wichtigsten Punkte wurden zusammengefasst.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die wichtigsten Punkte werden nicht zusammengefasst.
2	Die wichtigsten Punkte werden nur mündlich zusammengefasst und nicht schriftlich in irgendeiner Form festgehalten.
3	Die wichtigsten Punkte werden von der Lehrkraft zusammengefasst (mündlich und schriftlich).
4	Die wichtigsten Punkte werden mündlich und schriftlich von den Schülerinnen und Schülern zusammengefasst.

Item 17: Die Schüler/innen haben sich wechselseitig etwas erklärt, sich Fragen gestellt oder Rückmeldung gegeben.

Abstufung	Voraussetzung
1	Die Schülerinnen und Schüler haben in dem Unterrichtsabschnitt nicht zusammengearbeitet.
2	Die Schülerinnen und Schüler haben nur auf peripherer Ebene zusammengearbeitet, z.B. durch Aufgabenteilung etc.
3	Vereinzelt haben Schülerinnen und Schüler sich wechselseitig etwas erklärt, Fragen gestellt oder Rückmeldungen gegeben. Dieses war jedoch nicht explizit durch die Aufgabenstellung gefordert.
4	Die Schülerinnen und Schüler wurden durch eine explizite Aufforderung in der Aufgabenstellung zum Diskutieren, Fragen stellen und beantworten oder zum Geben eines Feedbacks aufgefordert.

A6 Fragebogen zur Erfassung des individuellen Interesses

Table A4. Items zur Erhebung des individuellen Interesses der Lernenden im Rahmen des DoLiS-Projektes; das individuelle Interesse wurde mithilfe des RIASEC+N-Modells erfasst

	Wie sehr interessieren dich die folgenden Aktivitäten im Chemieunterricht?	inter- siert mich gar nicht	inter- siert mich wenig	inter- siert mich ziemlich	inter- siert mich sehr
1	Experimente nach einer vorgegebenen Anleitung durchführen				
2	Eine Erklärung für eine Beobachtung herausfinden				
3	Eine Beobachtung abzeichnen				
4	Mitschülerinnen und Mitschülern in Chemie etwas erklären				
5	Während einer Gruppenarbeit die Leitung in deiner Gruppe übernehmen				
6	Informationen zu einem chemischen Thema heraussuchen und ordnen				
7	Sich mit anderen Schülerinnen und Schülern über chemische Themen unterhalten				
8	Ein chemisches Produkt herstellen				
9	Experimente planen, um etwas zu untersuchen				
10	Den Aufbau von einem Experiment zeichnen				
11	Mitschülerinnen und Mitschülern chemische Inhalte erklären				
12	Ein kleines chemisches Projekt organisieren				
13	Ergebnisse eines Experiments in einer Tabelle notieren				
14	Mit anderen Schülerinnen und Schülern gemeinsam etwas zu einem chemischen Thema erarbeiten				

	Wie sehr interessieren dich die folgenden Aktivitäten im Chemieunterricht?	inter- siert mich gar nicht	inter- siert mich wenig	inter- siert mich ziemlich	inter- siert mich sehr
15	Eine Maschine nach einer Anleitung bauen				
16	Die Lösung für ein chemisches Problem finden				
17	Ein Plakat oder eine Präsentation zu einem chemischen Thema kreativ gestalten				
18	Mitschülerinnen und Mitschülern bei Chemieaufgaben helfen				
19	Die Ergebnisse eines kleinen chemischen Projektes präsentieren				
20	Chemische Produkte (Daten, Informationen, Stoffe) sammeln und ordnen				
21	Zusammen mit anderen Schülerinnen und Schülern ein chemisches Thema untersuchen				
22	Die benötigten Geräte für ein Experiment aufbauen				
23	Einen Gegenstand genau erforschen				
24	Etwas aus der Natur kreativ nachbauen				
25	Mitschülerinnen und Mitschülern bei Experimenten helfen				
26	Eine eigene kleine chemische Untersuchung organisieren				
27	Ein Diagramm aus den Ergebnissen eines Experiments erstellen				
28	Zusammen mit anderen Schülerinnen und Schülern ein Experiment durchführen				
29	Mit Laborgeräten arbeiten				

Anhang B

Eine Mikroanalyse von Chemieunterricht –

Einsatz und Perzeption von Triggern für situationales Interesse

B1 Zusammenfassung von Interessenstriggern

Tabelle B1. Zusammenfassung der Forschungslage zu Interessenstriggern; alle Studien beziehen sich auf naturwissenschaftlichen Unterricht; [A] = post-hoc Analyse von Unterricht, [B] = Review oder Scoping Study, [C] = Interventionsstudie; [1] = Unterrichtsgestaltung, [2] = Lehrmaterialgestaltung, [3] = Beziehung zwischen Lehrkraft und Lernenden bzw. der Lernenden untereinander, [4] = Charakteristika der Lehrkraft, [5] = Erfüllung der Grundbedürfnissen nach der Selbstbestimmungstheorie; die Literaturverweise sind am Ende des digitalen Anhangs zu finden.

Bereich	Trigger	Autoren (beispielhafte Nennung)	
[1]	Visuelle Stimuli	Hulleman und Harackiewicz 2009 [B]	
	Einfache Gestaltung von naturwissenschaftlichen Texten	Hong und Lin-Siegler 2011 [C]	
	Klare Instruktionen	Renninger und Bachrach 2015 [C]	
	angemessenes Unterrichtstempo	Logan und Skamp 2013 [C]	
	Abschreiben minimieren	Logan und Skamp 2013 [C]	
	angemessenes Anforderungsniveau	Renninger und Bachrach 2015 [C]	
	Problembasierte Unterrichtsansätze	Knogler et al. 2015 [C]	
	Forschendes Lernen	Swarat et al. 2012 [C]	
	Projektarbeit	Hulleman und Harackiewicz 2009 [B]	
	Gruppenarbeit	Renninger und Bachrach 2015 [C]	
	Einsatz moderner Technologien	Swarat et al. 2012 [C]	
	Variabilität bei der Wahl von Informationsquellen	Swarat et al. 2012 [C]	
	Einsatz von Rätseln, Wettbewerben und Spielen	Cheung 2017 [C]	
	investigative Aufgaben	Logan und Skamp 2013 [C]	
	„Hands-on“-Aktivitäten	Shirazi 2017 [A]	
[2]	persönliche oder gesellschaftliche Relevanz	Ainley und Ainley 2011 [A]	
	authentische Kontexte	Sheldrake et al. 2017 [A]	
	Auswahl der Themen	Wyss et al. 2012 [C]	
[2]	Neuheit	} „Collative Variab- les“	Palmer 2009 [C]
	Überraschender Inhalt		Palmer 2009 [C]
	Komplexität		Loukomies et al. 2013 [C]
	Spannung		Palmer [C]
	Inkongruenz		Renninger und Bachrach 2015 [C]
[3]	Unterstützung durch die Lehrkraft	Logan und Skamp 2013 [C]	
	Feedback durch die Lehrkraft	Matthews 2004 [C]	
	positive Beziehung	Hong und Lin-Siegler 2011 [C]	
	Vertrauen der Lernenden in die Lehrkraft	Jack und Lin 2017 [B]	
	entspannte Unterrichts Atmosphäre	Logan und Skamp 2013 [C]	
[4]	Humor	Logan und Skamp 2013 [C]	
	Phantasie	Renninger und Bachrach 2015 [C]	
	Einbau von persönlichen Anekdoten	Jack und Lin 2014 [B]	
[5]	Kompetenzerleben	Loukomies et al. 2013 [C]	
	Soziale Eingebundenheit	Swarat et al. 2012 [C]	
	Autonomieerleben	Jack und Lin 2017 [B]	

B2 Codiermanual zur Einordnung der Unterrichtsphasen

Tabelle B2. Codiermanual zur Abgrenzung der Unterrichtsphasen (für den Chemieunterricht adaptiert nach Petersen et al. (2011))

Phase	Beschreibung und Abgrenzung der Phase
Einstieg	Einstiege sind Phasen, die als Hinleitung zu einem neuen Themengebiet dienen. Sie sind von einem geringen fachlichen Fokus geprägt. Außerdem wird in diesen Phasen kein (oder wenig) neues Wissen generiert, ggf. Vorwissen aktiviert und/oder Fragestellungen aufgeworfen. Einstiegsphasen können auch als inhaltliche Wiederholung der letzten Unterrichtsstunde gestaltet sein. Einstiege können demnach auch Aspekte von anderen Phasen (meistens Sicherungs- oder Wiederholungsphasen) haben.
Problematisierung	In diesen Phasen werden Fragestellungen oder Probleme durch die Lehrkraft oder die Lernenden selbst aufgeworfen. Diese können allerdings noch nicht durch das Vorwissen der Lernenden aufgeklärt werden.
Erarbeitung (theoretisch)	In diesen Phasen werden Lerninhalte theoretisch (bspw. über Arbeitsblätter) erarbeitet. Auch Auswertungsphasen nach Experimenten, in denen die Auswertung nicht auf einer phänomenologischen oder deskriptiven Ebene stattfinden, werden als theoretische E. codiert.
Erarbeitung (praktisch)	In dieser Phase finden hauptsächlich Experimentierphasen statt. Dazu zählen auch Demonstrationsversuche, welche von der Lehrkraft oder nur einer Schüler(gruppe) durchgeführt werden und Modellversuche. Teilweise wird in diesen Phasen auch schon mit der Auswertung begonnen. Ist diese jedoch aufwändiger (s. theoretische Erarbeitungsphase), wird sie eigenständig kategorisiert (Sicherung oder Erarbeitung theoretisch).
Sicherung	In Sicherungsphasen werden Ergebnisse, die in den vorherigen Phasen (oder Unterrichtsstunden) erarbeitet wurden, zusammengefasst und nochmal für alle Lernende dargestellt.
Transfer/Vertiefung	In diesen Phasen wird ein zuvor behandelter Inhalt (selbstständig) durch die Lernenden auf ein anderes Phänomen etc. übertragen oder vertiefend behandelt.
Wiederholung	In diesen Phasen werden Lerninhalte, die bereits behandelt wurden, wiederholt. Allerdings werden die Phasen, die als Einstieg in die neue Stunde dienen und ausschließlich die Inhalte der letzten Stunde wiederholen, als Einstieg codiert. Die ersten Phasen einer Unterrichtsstunde, in denen mehr als nur der Inhalt der letzten Unterrichtsstunde wiederholt wird, werden als Wiederholungsphasen codiert.

B3 Phasenbeschreibungen

Tabelle B3. Beschreibung der Phasen, die jeweils ein Interessenmaximum bilden; in der Spalte „Phase“ wird jeweils die Klasse (z.B. A1; der Buchstabe gibt die Schule an), der Termin, die Phase sowie die Gesamtzahl der Phasen an dem betreffenden Termin (z.B. 3/3 ist die dritte von drei Phasen) und die Einordnung in die Kategorisierung der Unterrichtsphasen (E. steht für Erarbeitung) wiedergegeben; weitere Abkürzungen: GA = Gruppenarbeit, PA = Partnerarbeit, SuS = Schülerinnen und Schüler

Phase	Inhalt
A1, 1, 3/3, Sicherung	Thema der Stunde: Salze/Aufbau In den vorherigen Unterrichtsphasen wurde in Stationsarbeit/GA der Aufbau von Salzen aus Ionen erarbeitet. In dieser Phase wurden die Ergebnisse spielerisch im Plenum gesichert: Die Lehrkraft gibt ein Element vor und durch Meldungen sollen die SuS anzeigen, ob sich ein Kation oder ein Anion bildet (rechte Hand) und wie viele Elektronen abgegeben bzw. aufgenommen werden (linke Hand). Alle SuS haben sich dabei zeitgleich gemeldet.
C3, 1, 1/2, Einstieg	Thema der Stunde: Atombau/Bindungstypen (Salz, Metall, Elektronenpaarbindung) Die Lehrkraft fordert die SuS auf, in PA an einem Kahoot-Quiz teilzunehmen. Das Thema ist „Atombau und PSE“, welches zuvor bereits im Unterricht behandelt wurde. Den SuS ist die Methode vertraut und sie nehmen routiniert an dem Quiz teil. Die SuS melden sich mit einem Pseudonym an, sodass die Lehrkraft die Antworten nicht auf einzelne SuS zurückführen kann. Die Lehrkraft fragt nach der Durchführung, ob bei den SuS nicht Unklarheiten bestehen und stellt fest, dass die meisten Fragen richtig beantwortet wurden.
C3, 2, 4/4, Sicherung	Thema der Stunde: Bindungstypen (Salz, Metall, Elektronenpaarbindung) Zuvor haben die SuS ein Gruppenpuzzle durchgeführt, welches die verschiedenen Bindungstypen beinhaltet. Nach der Sicherung gibt die Lehrkraft den SuS vorbereitete „Domino-spiele“, welches aus Sechsecken besteht und auf dessen Seiten Fachinhalte zum Thema „Bindungen“ sowie bisherige Fachinhalte näher beschrieben sind. Diese müssen die SuS in PA ordnen und erstellen in diesem Zusammenhang ein Wirkungsgefüge, in das sie die neu gewonnenen Erkenntnisse einbauen können. Die Lehrkraft unterstützt während dieser Phase bei Bedarf die einzelnen Gruppen.

Tabelle B4. Beschreibung der Phasen, die jeweils ein Interessenminimum bilden; in der Spalte „Phase“ wird jeweils die Klasse (z.B. A1; der Buchstabe gibt die Schule an), der Termin, die Phase sowie die Gesamtzahl der Phasen an dem betreffenden Termin (z.B. 3/3 ist die dritte von drei Phasen) und die Einordnung in die Kategorisierung der Unterrichtsphasen (E. steht für Erarbeitung) wiedergegeben; weitere Abkürzungen: GA = Gruppenarbeit, PA = Partnerarbeit, SuS = Schülerinnen und Schüler, HA = Hausaufgabe, EA = Einzelarbeit, AB = Arbeitsblatt

Phase	Inhalt
A1, 1, 1/3, Einstieg	Thema der Stunde: Salze/Aufbau Die Lehrkraft beginnt die Unterrichtsstunde mit einer Wiederholung der bisherigen Fachinhalte/Stunde. Die SuS dürfen dafür in ihren Unterlagen nachschauen und nennen die wichtigsten Punkte („Was sind Salze? Wie sind Salze aufgebaut?“)
J1, 3, 1/4, Einstieg	Thema der Stunde: Salze/Aufbau (makroskopisch) Die Lehrkraft fordert die SuS, ihre Hausaufgabe (einen selbstverfassten Artikel zur Natriumchlorid-Synthese) vorzulesen (viele SuS haben die HA nicht erledigt und können dementsprechend nicht an dieser Phase teilnehmen). Anschließend fragt die Lehrkraft die SuS, welche verschiedenen Kochsalzarten die SuS bereits kennen. Nach den Antworten der SuS (Fleur de Sel, Meersalz etc.) zeigt die Lehrkraft verschiedene mitgebrachte Salzsorten und kündigt an, dass diese im Folgenden weiter untersucht werden sollen.
J2, 2, 1/2, Einstieg + Problematisierung	Thema der Stunde: Salze/Erdalkalimetalle Die Lehrkraft startet die Stunde mit einer Wiederholung der vorher behandelten Fachinhalte/Stunde (Eigenschaften von Erdalkalimetallen → Härte, Lagerung, Reaktion mit Wasser/allgemein). Anschließend fragt sie nach einer Zusammenfassung des Textes, welche die SuS als HA lesen sollten (Spektralanalyse). Nachdem diese durch die SuS erfolgte, erklärt die Lehrkraft ein Experiment zur Flammfärbung, welches im Anschluss durchgeführt werden soll und beantwortet Fragen.

J2, 3, 1/3, Einstieg	Thema der Stunde: Salze/Eigenschaften Die Lehrkraft fragt nach einer Wiederholung der letzten Stunde. Die SuS beschreiben den Versuch zur Flammfärbung, den sie letzte Stunde durchgeführt haben sowie den Aufbau von Salzen (werden u.a. von (Erd-) Alkalimetallen aus der 1. & 2. Hauptgruppe gebildet)
A2 2, 2/4, theoreti- sche E.	Thema der Stunde: Salze/Eigenschaften Die SuS haben in der vorherigen Unterrichtsstunde in einer Stationsarbeit verschiedene Eigenschaften von Salzen erarbeitet. Nach einer kurzen Wiederholungsphase sollen die SuS die Eigenschaften, die sie erkannt haben, nennen und in ein Mind Map, welches bereits zuvor angelegt wurde, einordnen. Die SuS, die einige Stationen nicht geschafft haben, bekommen Zeit, um die Ergebnisse zu notieren. Die SuS übernehmen die ergänzte Version des Mind Maps.
C1 1, 6/6, theoreti- sche E. + Siche- rung	Thema der Stunde: Metalle/Redoxreaktionen Die SuS sollen in dieser Phase in EA einen Text verfassen, in dem sie die Merkmale einer Redoxreaktion zusammenfassen. Inhaltlich wurde die Redoxreaktion in der Stunde erarbeitet. Im Anschluss stellt ein Schüler seinen Text über eine Dokumentenkamera vor. Andere SuS lesen ihren Text ergänzend vor.
C3 1, 2/2, prakti- sche E.	Thema der Stunde: Atombau/Bindungstypen (Salz, Metall, Elektronenpaarbindung) In dieser Phase wird ein Gruppenpuzzle gestartet, in dem die verschiedenen Bindungstypen in drei Stammgruppen erarbeitet werden sollen. Dafür führt jede Gruppe ein Versuch zur Leitfähigkeit durch. Der Versuch dafür ist bereits aufgebaut und die Instruktionen genau vorgegeben.
J1 1, 5/5, Transfer/ Vertie- fung	Thema der Stunde: Salze/Flammfärbung Nachdem die SuS Versuche zur Flammfärbung von Realien durchgeführt haben, sollen sie ihr bisheriges Wissen (auch aus anderen Unterrichtsstunden) in eine tabellarische Übersicht eintragen. Die Eigenschaften sind dabei vorgegeben (s. AB II). Außerdem sollen die SuS ein Experiment zur Untersuchung des freiwerdenden Gases bei der Reaktion zwischen Alkalimetall und Wasser planen (die gängigen Nachweisreaktionen für Gase sind bekannt).
J2 1, 3/3, Proble- matisie- rung	Thema der Stunde: Salze/Alkali- und Erdalkalimetalle Nachdem in dieser Stunde generelle Eigenschaften von Alkali- bzw. Erdalkalimetallen (in der u.a. das Vorkommen in Wasser thematisiert wurde) behandelt wurden, wirft die Lehrkraft die Frage auf, was denn nun in den Wasserflaschen wirklich drin ist. Die SuS benennen das Salz und grenzen dieses vom elementaren Natrium ab. Um die Fragestellung weiter bearbeiten zu können, teilt die Lehrkraft ein AB aus, welches die SuS zuhause selbstständig lesen und bearbeiten sollen.
K1 2, 1/4, Siche- rung	Thema der Stunde: Salze/Siedepunktveränderung In dieser Phase wird das Experiment der letzten Stunde zur Temperaturänderung von Kältemischungen bei Hinzufügen von Natriumchlorid durch die Lehrkraft wiederholt. Die Lehrkraft fragt, aus welchem Grund die Kältemischung mit NaCl kälter wird als die ohne. Die SuS verknüpfen die Versuchsergebnisse mit dem Video, das in der letzten Stunde zum Thema „Eigenschaften von Salzen“ geschaut wurde und dem dazugehörigen Lückentext. Sie stellen auf dessen Grundlage Vermutungen an. Die Lehrkraft fertigt an der Tafel mithilfe der SuS-Außerungen eine Skizze an und fordert die SuS auf, selbstständig einen Merksatz zu formulieren.

Tabelle B5. Beschreibung der Phasen, zu einer divergierenden Entwicklung des situationalen Interesses führten; in der Spalte „Phase“ wird jeweils die Klasse (z.B. A1; der Buchstabe gibt die Schule an), der Termin, die Phase sowie die Gesamtzahl der Phasen an dem betreffenden Termin (z.B. 3/3 ist die dritte von drei Phasen) und die Einordnung in die Kategorisierung der Unterrichtsphasen (E. steht für Erarbeitung) wiedergegeben; weitere Abkürzungen: GA = Gruppenarbeit, PA = Partnerarbeit, SuS = Schülerinnen und Schüler, HA = Hausaufgabe, EA = Einzelarbeit, AB = Arbeitsblatt

Phase	Inhalt
B1 3, 1/4, Proble- matisie- rung	Thema der Stunde: Salze/Lösen von Salzen, Hydrations- u. Gitterenergie Achtung: Bevor der offizielle Teil des Unterrichts begann, haben die SuS noch einen Test geschrieben. Lehrkraft zeigt mittels einer ppt-Folie das Bild eines Kühlpacks und lässt die SuS beschreiben, was sie sehen. Die Lehrkraft fordert die SuS Fragen zu Kühlpacks zu stellen, die sie erforschen möchten. Frage: Wie funktionieren Wärmekissen sowie Kühlpacks?

B1 3, 2/4, praktische E.	<p>Thema der Stunde: Salze/Lösen von Salzen, Hydrations- u. Gitterenergie</p> <p>Achtung: Bevor der offizielle Teil des Unterrichts begann, haben die SuS noch einen Test geschrieben.</p> <p>Die SuS stellen Hypothesen zur Funktionsweise von Wärmekissen u. Kühlpacks auf. Aus Zeitgründen erfolgt die Experimentplanung zur Überprüfung der Hypothesen gemeinsam. Die SuS führen das Experiment in GA durch (Temperaturänderungen beim Lösen der Salze CaCl_2, KNO_3 und NH_4Cl) und werten es anschließend mithilfe ihres ABs aus.</p>
J2 2, 1/2, Einstieg + Problematisierung	<p>Thema der Stunde: Salze/Erdalkalimetalle</p> <p>Die Lehrkraft startet die Stunde mit einer Wiederholung der vorher behandelten Fachinhalte (Eigenschaften von Erdalkalimetallen → Härte, Lagerung, Reaktion mit Wasser/allgemein). Anschließend fragt sie nach einer Zusammenfassung des Textes, welche die SuS als HA lesen sollten (Spektralanalyse). Nachdem diese durch die SuS erfolgte, erklärt die Lehrkraft ein Experiment zur Flammfärbung, welches im Anschluss durchgeführt werden soll und beantwortet Fragen.</p>
J2, 3, 2/3, theoretische E. + Sicherung	<p>Thema der Stunde: Salze/Eigenschaften</p> <p>In der vorherigen Stunde haben die SuS in einem Versuch die Flammfärbung verschiedener Salze beobachtet.</p> <p>In dieser Phase sollten die SuS zunächst den Versuch in EA mithilfe eines ABs auswerten und anschließend im UG ihre Auswertungen präsentieren und vergleichen. Da die SuS in ihrer Auswertung zeigen, dass sie die Flammfärbung nicht so gut nachvollziehen können, erklärt die Lehrkraft im Anschluss selber die Färbung anhand von Energieauf- und abnahme durch die Valenzelektronen.</p>
K1 1, 4/7, Sicherung	<p>Thema der Stunde: Salze/Einführungsstunde</p> <p>Die SuS haben in den beiden letzten Phasen einen Versuch zur Herstellung für eine Kältemischung durchgeführt (1) und ausgewertet (2). In dieser Phasen wurden die Ergebnisse durch die Lehrkraft im UG gesichert (sowohl die Beobachtungen als auch die Auswertung).</p>

Tabelle B6. Beschreibung der Phasen, zu einer konvergierenden Entwicklung des situationalen Interesses führten; in der Spalte „Phase“ wird jeweils die Klasse (z.B. A1; der Buchstabe gibt die Schule an), der Termin, die Phase sowie die Gesamtzahl der Phasen an dem betreffenden Termin (z.B. 3/3 ist die dritte von drei Phasen) und die Einordnung in die Kategorisierung der Unterrichtsphasen (E. steht für Erarbeitung) wiedergegeben; weitere Abkürzungen: GA = Gruppenarbeit, PA = Partnerarbeit, SuS = Schülerinnen und Schüler, HA = Hausaufgabe, EA = Einzelarbeit, AB = Arbeitsblatt

Phase	Inhalt
A1 2, 1/4, praktische E. + Sicherung	<p>Thema der Stunde: Salze/Aufbau</p> <p>Die Lehrkraft teilt den SuS mit, was für die kommende Unterrichtsstunde geplant ist. Dann gibt sie den SuS Lupen und normales Kochsalz (NaCl) und fordert sie auf, die Kristalle genau zu betrachten. Die SuS kommen der Aufforderung nach. Da nicht genügend Lupen vorhanden sind, teilen sich die Tischgruppen eine. Die Lehrkraft fordert die SuS, dass jede/r das Salz betrachten soll. Im Anschluss sollen sich die SuS innerhalb der Tischgruppen über die Beobachtungen austauschen. Nach Beendigung der Diskussionen fordert die Lehrkraft auf, die Beobachtungen im Plenum mitzuteilen (Think-Pair-Share). Die SuS sagen, dass sie eine kristalline Struktur beobachten konnten und beschreiben diese 3D-Struktur als „eckig“ und „kantig“. Außerdem geben sie an, dass jeder Kristall anders aussieht.</p>
A1 2, 3/4, theoretische E. + Sicherung	<p>Thema der Stunde: Salze/Aufbau</p> <p>Nachdem die Lehrkraft mit der Klasse im Plenum ein Beispiel besprochen hat (letzte Phase), gibt sie den SuS an der Tafel mehrere Kombinationen aus Elementen vor, die zusammen ein Salz bilden (z.B. $\text{Al} + \text{Cl}$). Sie fordert die SuS auf, die Verhältnisformel und die Ionenladungen anzugeben. Nachdem der Lehrkraft auffällt, dass einige SuS sehr schnell die Aufgabe bearbeitet haben, während andere große Probleme haben, fordert sie die SuS auf, sich in „Mentoring-Pärchen“ zusammenzufinden, in denen ein bereits fertiger S. einem anderem S. mit Problemen hilft. Im Anschluss lässt die Lehrkraft die Lösung von den SuS an die Tafel schreiben und gegenseitig kontrollieren.</p>
A2 2, 1/4, Einstieg und Problematisierung	<p>Thema der Stunde: Salze/Eigenschaften</p> <p>Die SuS haben in der vorangegangenen Stunde eine Stationsarbeit zum Thema „Eigenschaften von Salzen“ durchgeführt. Als Einstieg forderte die Lehrkraft die SuS auf, die Ergebnisse der letzten Stunde per Think-Pair-Share nochmal durchzugehen und anschließend zu vergleichen (in PA und in GA). Anschließend wirft sie die Fragen, die die SuS zu Beginn der Einheit gestellt haben, wieder auf und fragt, welche davon bereits beantwortet werden können.</p>

A2 2, 4/4, Vertiefung	Thema der Stunde: Salze/Eigenschaften Nachdem die Stationsarbeit zur Erarbeitung von Eigenschaften von Salzen abgeschlossen ist, teilt die Lehrkraft ein Arbeitsblatt aus, bei dem die SuS die typischen Eigenschaften von Salzen zu Bildern zuordnen sollen. Außerdem sollen sie die gesellschaftliche Bedeutung und Verwendung von Kochsalz sowie die Herstellung und Gewinnung mithilfe ihres Buches erarbeiten.
B1 2, 1/4, Einstieg + Problema- tisierung	Thema der Stunde: Salze/Ionenbindung Die Lehrkraft zeigt ein Cartoon mit Na und Cl als „sprechende Atome“, in denen der Prozess der Salzbildung durch Elektronenübertragung verdeutlicht wird. Die SuS beschreiben und deuten den Cartoon (nennen Aspekte wie das Erreichen der Edelgaskonfiguration und beschreiben die entstehenden Ladungen). Die Lehrkraft verweist im UG auf das PSE als Hilfsmittel und thematisiert das vorher bereits behandelte Kugelwolkenmodell.
B1 2, 2/4, theoreti- sche E. + Sicherung	Thema der Stunde: Salze/Ionenbindung Die Lehrkraft teilt den SuS ein AB aus, welches u.a. das Cartoon beinhaltet. Sie fordert die SuS auf, die Aufgaben auf dem AB in PA oder GA zu bearbeiten (Übertragen des Cartoons in das Kugelwolkenmodell sowie Kontrastierung mit der Bindung des Sauerstoffs). Anschließend sollen die SuS die Lösung an die Tafel zeichnen.
B1 2, 3/4, praktische E. + Siche- rung	Thema der Stunde: Salze/Ionenbindung Die SuS schauen sich auf Anweisung der Lehrkraft die Rückseite des ABs an und lesen die Versuchsanweisungen. Nachdem Fragen dazu geklärt sind, führen die SuS den Modellversuch in 3er-Gruppen durch. Dafür reiben sie zwei Luftballons an einem Baumwolltuch und halten sie dann, an einer Schnur baumelnd, nebeneinander. Im zweiten Teil wird zwischen die beiden Ballons ein Blatt Papier gehalten (Symbolisierung des gelösten Zustands von Ionen). Während der Durchführung schreiben die SuS ihre Beobachtungen auf. Nachdem diese beendet ist, sichert die Lehrkraft mündlich und mithilfe einer Dokumentenkamera die Auswertung.
B1 3, 4/4, Transfer	Thema der Stunde: Salze/Temperaturänderung beim Lösen In den vorherigen Phasen haben die SuS mittels eines Experiment untersucht, was in Wärme- oder Kältekissen passiert (Temperaturänderung beim Lösen von Salzen). Die Lehrkraft für die Auswertung ein zweites AB ausgeteilt, welches die SuS bearbeitet haben. Für SuS, die bereits fertig mit der Auswertung waren, gab es eine Zusatzaufgabe (Erklären des Nutzens von NaCl als Streusalz im Winter).
C1 1, 5/6, Sicherung	Thema der Stunde: Metalle/Redoxreaktionen In den vorherigen Phasen haben die SuS einen Versuch durchgeführt und ausgewertet, indem sie Kupferoxid mit Eisen gemischt und erhitzt haben. Der Arbeitsauftrag in der Auswertungsphase war, ein Reaktionsschema für die beobachtete Reaktion aufzustellen. In dieser Phase wurden die Ergebnisse an der Tafel gesichert. Dafür wurden alle Lösungsvorschläge an der Tafel festgehalten. Anschließend forderte die Lehrkraft die SuS auf, die verschiedenen Lösungen zu diskutieren und festzulegen, was richtig ist. Die SuS einigen sich darauf, dass das rote Produkt „Eisenoxid“ ist, woraufhin die Lehrkraft stärker in das UG eingreift und die SuS auffordert, die Färbung des Produkts näher zu beschreiben. Die SuS nennen das Produkt „kupferfarben“, woraufhin die SuS in der Lage sind, die Produkte richtig zu identifizieren. Die Lehrkraft greift den Begriff der „Oxidation“, welcher zur Beginn der Unterrichtseinheit gefallen ist, wieder auf und führt diesen Begriff sowie „Reduktion“ und „Redoxreaktion“ ein. Dabei grenzen die SuS den Begriff der Oxidation nochmal deutlich von dem Vorhandensein von Luft bzw. O ₂ ab.
C1 2, 1/4, Wiederho- lung	Thema der Stunde: Edle und unedle Metalle Die Lehrkraft fordert die SuS auf, die Inhalte der letzten Stunde zu wiederholen. Dafür gibt er die Begriffe „Edelmetalle“, „Metallreihe“, und „Redoxreaktion“ vor. Die SuS erläutern die Begriffe im UG und nennen die Reaktion zwischen Eisen und Kupferoxid als Beispiel für eine Redoxreaktion. Diese wird von der Lehrkraft an die Tafel geschrieben und nochmal näher mit den SuS analysiert. Anhand der wiederholten Redoxreaktion sollen die SuS einen Versuch entwerfen, mit dem verschiedene Metalle in edel und unedel einordnen können.
C3 2, 1/4, theoreti- sche E.	Thema der Stunde: Bindungstypen (Salz, Metall, Elektronenpaarbindung) Die SuS haben in der vorherigen Unterrichtsstunde ein Gruppenpuzzle angefangen, in denen sie die verschiedenen Bindungstypen (Salz, Metall, Elektronenpaarbindung) erarbeiten sollten. Das Gruppenpuzzle wird in den Stammgruppen fortgesetzt (einige SuS sind bereits fertig). Die Lehrkraft setzt den SuS ein Zeitlimit und beantwortet bei Bedarf fragen.

J1 1, 4/5, Sicherung	<p>Thema der Stunde: Salze/Flammfärbung</p> <p>Die SuS haben in der vorherigen Phase ein Versuch zur Flammfärbung durchgeführt, in dem sie verschiedene (vorgegebene) Realien auf ihren Salzgehalt bzw. Alkalimetallgehalt untersuchen sollten. In dieser Phase haben die SuS mündlich ihre Ergebnisse zusammengetragen und verglichen. Die SuS haben bereits in der vorherigen Stunde die Flammfärbung der verschiedenen Alkalimetalle sowie die chemischen Hintergründe erarbeitet. Den SuS fiel im Vergleich auf, dass besonders Na in vielen Realien enthalten ist.</p>
J1 2, 1/3, Einstieg	<p>Thema der Stunde: Einführung Salze/Nachweise</p> <p>Die Lehrkraft zeigt als Einstieg verschiedene Getränke bzw. fordert die SuS auf, sich die Zutatenliste ihrer eigenen Getränke anzuschauen und wirft die Frage auf, wie sich „normale“ Getränke von isotonischen Getränken unterscheiden. Die SuS untersuchen dafür die angegebenen Inhaltsstoffe und stellen fest, dass bei isotonischen Getränken mehr Mineralien angegeben sind. Die Lehrkraft stellt die Frage, welches Getränk für Sportler*innen empfehlenswerter ist. Diese Frage soll im Verlauf der Unterrichtsstunde geklärt werden.</p>
J2 1, 1/3, Sicherung + Wiederholung	<p>Thema der Stunde: Salze/Alkali- und Erdalkalimetalle</p> <p>Die Lehrkraft wiederholt im UG den Aufbau von Atomen (Masse, Protonen-, Neutronen- und Elektronenanzahl sowie Verortung Schale/Kern) anhand verschiedener Beispiele (z.B. Aluminium und Sauerstoff) und anhand von Tendenzen in Hauptgruppen. Zum letzteren Teil sollen die SuS einen Merksatz formulieren.</p>
K1 1, 1/7, Einstieg	<p>Thema der Stunde: Salze/Einführungsstunde</p> <p>Die Stunde fand an einem sehr warmen Sommertag statt. Die Lehrkraft hat im UG die Frage aufgeworfen, welche Probleme die hohen Temperaturen aufwerfen und welche Möglichkeiten es gibt, diese zu lindern. Antwort der SuS: mangelnde Konzentration/Schlappheit, Lösung: kaltes Trinken → Frage der Stunde: Wie kann man möglichst schnell und effizient ein Getränk kühlen?</p>
K1 1, 3/7, theoretische E.	<p>Thema der Stunde: Salze/ Einführungsstunde</p> <p>Die SuS haben in der vorherigen Phase eine Kältemischung aus Eis, Wasser und Salz hergestellt (Kontext: s.o.) und den Unterschied zwischen einer Kältemischung mit und ohne Eis gemessen. In dieser Phase sollen die Ergebnisse in EA schriftlich zusammengefasst und eine Vermutung für die Ursache dieser aufgestellt werden.</p>
K1 1, 5/7, theoretische E.	<p>Thema der Stunde: Salze/ Einführungsstunde</p> <p>Nachdem das Experiment durchgeführt, ausgewertet und gesichert wurde, fragt die Lehrkraft: „Was ist eigentlich ein Salz?“. Die SuS stellen Vermutungen an und notieren sie. Die Lehrkraft führt das neue Thema „Stoffklasse Salze“ ein. Zur Einführung zeigt die Lehrkraft ein Video, in dem Salze und ihre Eigenschaften beschrieben werden. Als Beobachtungsauftrag weist die Lehrkraft die SuS an, die genannten Eigenschaften stichpunktartig zu notieren und anschließend den ausgeteilten Lückentext auszufüllen (in EA). Dafür zeigt er das Video zwei Mal. Im Anschluss kriegen die SuS noch ca. 5 Min Zeit, um die Aufgaben zu Ende zu bearbeiten.</p>
K1 2, 2/4, Einstieg	<p>Thema der Stunde: Salze/Siedepunktveränderung</p> <p>Die Lehrkraft zeigt den SuS ein Bild, auf dem eine Portion Spaghetti Bolognese zu sehen ist. Er fragt die SuS, welche Zubereitungsschritte dahinterstecken. Die SuS nennen u.a. das Kochen der Spaghetti. In dem UG kommt die Frage auf, ob das Nudelwasser mit Salz versetzt werden sollte oder nicht. Die Lehrkraft schlägt vor, diese Frage experimentell zu lösen.</p>

B4 Unterrichtsverlaufsplan

Tabelle B7. Beispiel für einen Verlaufsplan

Beobachtungsbogen – Verlaufsplan + Identifizierung von Trigger für Interesse Thema/Kontext der Stunde: _____ Alltagsbezug

Schule/Klassenstufe: _____

Persönliche Relevanz gesellschaftliche Relevanz

Zeit (in min)	Phase	Sozialform	Lehrerverhalten	Schülerverhalten	Methode /Medien/Material
	z.B. Einstieg...	z.B. Einzelarbeit, Partnerarbeit oder Gruppenarbeit...			z.B. Tafel, Beamer, Experimentiermaterialien...

Anhang C

Formatives Bewerten: Lernförderlich, aber auch motivationsfördernd

C1 Itemsammlung

Tabelle C1. Beispielhafte Itemsammlung zur Erstellung eines Quiz im Themenbereich "Säure und Base". Die Items 1, 2, 4, 5, 10, 11 und 20 wurden entnommen aus Bernholt et al. (2020), die Items 3 und 16 aus Bradley und Mosimege (1998), die Items 6, 12, 13, 14, 15, 18 und 19 aus Schmidt (1990) und die Items 7, 8, 9 und 17 aus Scholz (2008).

Säure-Base allgemein

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1) Kalkflecken im Bad kann man mit Zitronensäure entfernen. Wie lässt sich dies am besten erklären?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kalk ist eine Base, deswegen kommt es mit der Zitronensäure zu einer Säure-Base-Reaktion, die dazu führt, dass der Stoff Kalk abgebaut wird. <input type="checkbox"/> Die Zitronensäure ist ein Reiniger, deswegen kann sie den Kalk entfernen. <input type="checkbox"/> Die Teilchen der Zitronensäure wirken als Schmirgelmittel. <input type="checkbox"/> Die Säure ätzt den Kalk weg. | <p>2) Verkalkte Wasserhähne, Wasserkocher oder Duschen sind in fast allen Haushalten zu finden. Was eignet sich besonders gut, um Kalk zu entfernen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Zitronensäure <input type="checkbox"/> Brom <input type="checkbox"/> Zink <input type="checkbox"/> Wasser |
| <p>3) Die konjugierte Base von Salzsäure (HCl) ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Das Chlorid-Ion. <input type="checkbox"/> Das Hydroxid-Ion. <input type="checkbox"/> Ammoniak. <input type="checkbox"/> Wasser. | |

Brønsted

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4) Salzsäure ist eine relativ starke Säure. Woran liegt das?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Das Proton der Salzsäure lässt sich relativ leicht abspalten. <input type="checkbox"/> Das Proton der Salzsäure lässt sich relativ schwer abspalten. <input type="checkbox"/> Das Salzsäureteilchen ist relativ groß. <input type="checkbox"/> Das Salzsäureteilchen ist relativ klein. | <p>5) Chemiker arbeiten mit den verschiedensten Substanzen, unter anderem auch mit Säuren. Welche der folgenden Aussagen treffen auf die Teilchen, aus denen eine Säure besteht, zu?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Die Teilchen geben Protonen ab. <input type="checkbox"/> Die Teilchen bewegen sich schnell. <input type="checkbox"/> Die Teilchen nehmen Protonen auf. <input type="checkbox"/> Die Teilchen riechen unangenehm. |
| <p>6) Man löst 1 mol Natriumchlorid (NaCl) in Wasser. Welche Aussage ist richtig?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Es sind ebenso viele H_3O^+-Ionen wie OH^--Ionen vorhanden. <input type="checkbox"/> Es sind mehr H_3O^+-Ionen als OH^--Ionen vorhanden. <input type="checkbox"/> Es sind weder H_3O^+-Ionen noch OH^--Ionen vorhanden. <input type="checkbox"/> Es sind weniger H_3O^+-Ionen als OH^--Ionen vorhanden. | <p>7) Bei welcher Reaktion handelt es sich um eine Säure-Base-Reaktion?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <input type="checkbox"/> $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ <input type="checkbox"/> $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ <input type="checkbox"/> $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ |

- 8) Welche der folgenden Stoffe wirken in Wasser nicht als Säure?
- KOH
 - HSO_4^-
 - HCl
 - HNO_3
- 9) Der Chemikalienschrank ist gut sortiert. In welcher Aufzählung werden ausschließlich Stoffe genannt, die in Wasser gelöst basisch (alkalisch) reagieren?
- NaOH, CaO, NaHCO_3
 - NaCl, NH_3 , KOH
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CaO, HCl
 - NaOH, CH_3COOH , H_2SO_4

Neutralisation

- 10) Hat man zu viel Magensäure im Magen, bekommt man Magenbeschwerden. Eine kurzfristige Verbesserung der Beschwerden kann in der Regel durch die Einnahme von Medikamenten mit dem Wirkstoff Natriumhydrogencarbonat herbeigeführt werden. Was passiert bei der Einnahme des Medikaments?
- Die Magensäure wird durch das Natriumhydrogencarbonat neutralisiert.
 - Die Magensäure wird verdünnt.
 - Die Magensäure wird durch Natriumhydrogencarbonat verdrängt.
 - Natriumhydrogencarbonat legt sich auf die Magenwand.
- 11) Ein Glas mit einer sauren Lösung soll durch Zugabe einer Lauge neutralisiert werden. Wie viel Lauge wird benötigt?
- Das hängt von der Lauge ab.
 - Auf jeden Fall mehr Lauge als Säure.
 - Auf jeden Fall weniger Lauge als Säure.
 - Auf jeden Fall genauso viel Lauge wie Säure.
- 12) Wenn man eine Säure mit einer Base neutralisiert, findet ein Anstieg der Temperatur statt. Worauf ist dieser zurückzuführen?
- Bildung von Wasser
 - Bildung von Salz
 - Ionisierung der Säure
 - Bildung einer Base
- 13) Eine wässrige neutrale Lösung enthält...
- ebenso viele H_3O^+ -Ionen wie OH^- -Ionen.
 - mehr H_3O^+ -Ionen als OH^- -Ionen.
 - weder H_3O^+ -Ionen noch OH^- -Ionen.
 - weniger H_3O^+ -Ionen als OH^- -Ionen.
- 14) Es wird eine Neutralisationsreaktion durchgeführt. Welche Aussage ist richtig?
- Die Angaben reichen nicht aus, um vorherzusagen, ob die Lösung sauer, neutral oder alkalisch ist.
 - Es entsteht in jeden Fall eine saure Lösung.
 - Es entsteht in jedem Fall eine neutrale Lösung.
 - Es entsteht in jedem Fall eine alkalische Lösung.
- 15) Man lässt eine wässrige Lösung, die 1 mol NH_3 (Ammoniak) enthält, mit einer Lösung, die 1 mol HCl (Salzsäure) enthält, reagieren. Welche Aussage ist richtig?
- Es sind ebenso viele H_3O^+ -Ionen wie OH^- -Ionen vorhanden.
 - Es sind weniger H_3O^+ -Ionen als OH^- -Ionen vorhanden.
 - Es sind weder H_3O^+ -Ionen noch OH^- -Ionen vorhanden.
 - Es sind mehr H_3O^+ -Ionen als OH^- -Ionen vorhanden.

pH

- 16) Ein Schüler hat verschiedene wässrige Lösungen mit pH-Papier getestet. Welche Lösung ist am sauersten?
- pH = 3
 - pH = 4
 - pH = 7
 - pH = 5
- 17) Indikatoren verändern je nach pH-Wert einer Lösung ihre Farbe. Kennzeichne, mit welchem der drei Indikatoren du prüfen kannst, ob Regenwasser pH-neutral ist!
- Bromthymolblau (Umschlagbereich: pH 6,2 (gelb) – pH 7,6 (blau))
 - Methylorange (Umschlagbereich: pH 3,1 (rot) – pH 4,4 (orange))
 - Epsilonblau (Umschlagbereich: pH 12,0 (orange) – pH 13,0 (violett))
 - Phenolphthalein (Umschlagbereich: pH 8,0 (farblos) – pH 9,8 (violett))
-

-
- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18) In welchem der folgenden pH-Wert-Bereiche würde eine Lösung liegen, die aus 50 mL Kaliumhydroxidlösung (KOH, 0.1 mol/L) und 50 mL Salzsäure (HCl, 0.1 mol/L) besteht?
<input type="checkbox"/> Genau pH = 7
<input type="checkbox"/> über pH = 8
<input type="checkbox"/> unter pH = 6
<input type="checkbox"/> zwischen pH = 6 und pH = 7 | 19) 50 mL einer Natriumhydroxid-Lösung reagieren mit 50 mL einer Essigsäurelösung gleicher Konzentration. Wo liegt der pH-Wert der Lösung?
<input type="checkbox"/> oberhalb pH = 7
<input type="checkbox"/> pH = 1
<input type="checkbox"/> genau bei pH = 7
<input type="checkbox"/> zwischen pH = 4 und pH 6 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-

Elektronenübertragung

- 20) Gibt man ein Stückchen Zink in konzentrierte Salzsäure, so wird Wasserstoffgas freigesetzt. Welcher Vorgang beschreibt diese Situation am besten?
- Zink gibt Elektronen ab. Dies ermöglicht die Bildung von Wasserstoff.
 - Aus dem Zink ist Wasserstoff geworden.
 - Zink und Salzsäure haben sich zu Wasserstoff verbunden.
 - Das Gas Wasserstoff muss in einem der beiden Stoffe enthalten gewesen sein, es wird durch den Kontakt des Metalls mit der Säure freigesetzt.
-

C2 Kopiervorlage für eine Alkan-Ziehharmonika

Anleitung: Die Schablone wird ausgeschnitten und längs gefaltet. Anschließend wird sie – wie eine Ziehharmonika – entlang der gestrichelten Linien gefaltet. Nun können die Schüler/innen durch das Entfalten der Ziehharmonika die Benennung des entstandenen Moleküls üben und ihre Vermutung durch das Umdrehen der Ziehharmonika überprüfen. Ein weiterer Effekt ist die Repräsentation der systematischen Erweiterung durch eine CH_2 -Gruppe.

H	Methan (CH_4)
H - C - H	Ethan (C_2H_6)
H - C - H	Propan (C_3H_8)
H - C - H	Butan (C_4H_{10})
H - C - H	Pentan (C_5H_{12})
H - C - H	Hexan (C_6H_{14})
H - C - H	Heptan (C_7H_{16})
H - C - H	Octan (C_8H_{18})
H - C - H	Nonan (C_9H_{20})
H - C - H	Decan ($\text{C}_{10}\text{H}_{22}$)
H - C - H H	

Abbildung C1. Kopiervorlage für die Alkan-Ziehharmonika nach O'Dwyer und Childs (2014)

C3 Rubric zur Selbstbewertung der Experimentierkompetenz (adaptiert nach White und Frederiksen, 1998)

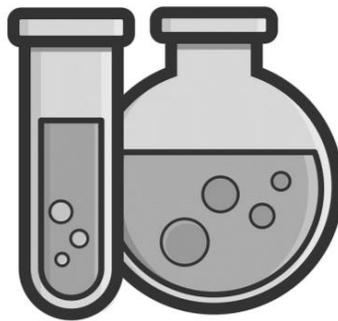
Name: _____

Datum: _____

Reflexionsbogen

Um durch einen Versuch etwas herauszufinden oder zu lernen, ist es wichtig, dass man den Versuch gut geplant und vorbereitet hat, ihn systematisch durchführt und die Beobachtungen und Ergebnisse genau protokolliert. Die folgenden Fragen sollen dir helfen, deine Arbeit selber einzuschätzen, damit du in Zukunft genau weißt, was du schon gut machst und wo du dich noch verbessern kannst.

Für die Einschätzung werden die verschiedenen Bereiche der Bearbeitung erst kurz beschrieben. Dann kannst du deine Durchführung des Experiments selber einordnen.



Systematisches Arbeiten



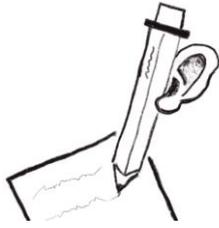
Ich habe den Versuch genau und sorgfältig durchgeführt. Vor der Durchführung habe ich meinen Versuch organisiert und mir genau überlegt, was ich machen muss. Meine Ergebnisse habe ich detailliert notiert. Wenn Probleme aufgetreten sind, habe ich systematisch überlegt, wie ich meine Arbeit anpassen kann, sodass diese Probleme gelöst werden.

Notiere dir, welche Punkte du gut erfüllst und welche du noch verbessern kannst. Berücksichtige dabei dein Protokoll und deine praktische Arbeit.

Fasse jetzt deine Einschätzung zusammen und kreise dann auf der Skala unten ein, wo du dich selber siehst.

1	2	3	4	5
Nicht erfüllt		Genau erfüllt		Übertroffen

Nutzen der naturwissenschaftlichen Handwerkzeuge



Ich habe den Versuch so protokolliert, dass jeder, der mein Protokoll liest, den Versuch selber durchführen könnte und zu den gleichen Ergebnissen käme. Alle Angaben (z.B. Mengen, Temperatur) habe ich genau notiert. Ich habe die verschiedenen Darstellungsformen (z.B. das Anfertigen einer Skizze oder einer Tabelle) angemessen genutzt. In einer Diskussion mit meinen Gruppenmitgliedern habe ich meine Ergebnisse und Ideen klar und verständlich kommuniziert. Durch die Illustration meiner Ergebnisse (in Diagrammen etc.) konnte ich meine Ergebnisse verdeutlichen.

Notiere dir, welche Punkte du gut erfüllst und welche du noch verbessern kannst. Berücksichtige dabei dein Protokoll und deine praktische Arbeit.

Fasse jetzt deine Einschätzung zusammen und kreise dann auf der Skala unten ein, wo du dich selber siehst.

1	2	3	4	5
Nicht erfüllt		Genau erfüllt		Übertroffen

Teamwork: Zusammenarbeit und gemeinsame Auswertung



In meiner Gruppe habe ich gut mit den anderen Mitgliedern zusammen gearbeitet. Jeder hatte eine Aufgabe und hat diese erfüllt. Die Arbeit wurde gerecht aufgeteilt. Ich konnte z.B. in meiner Gruppe für oder gegen Vorschläge anderer Gruppenmitglieder argumentieren, in dem ich naturwissenschaftliche Theorien angewandt habe. Ich bin mit den Ideen und Beiträgen meiner Gruppenmitglieder respektvoll umgegangen und habe versucht, sie mit meinen eigenen in Einklang zu bringen.

Notiere dir, welche Punkte du gut erfüllst und an welche du noch verbessern kannst. Berücksichtige dabei dein Protokoll und deine praktische Arbeit.

Fasse jetzt deine Einschätzung zusammen und kreise dann auf der Skala unten ein, wo du dich selber siehst.

1	2	3	4	5
Nicht erfüllt		Genau erfüllt		Übertroffen

C4 Checkliste zur Selbstbewertung der Experimentierkompetenz

Name: _____

Datum: _____

Checkliste – Experimentieren

Um durch einen Versuch etwas herauszufinden oder zu lernen, ist es wichtig, dass man den Versuch gut geplant und vorbereitet hat, ihn systematisch durchführt und die Beobachtungen und Ergebnisse genau protokolliert. Die folgenden Aussagen sollen dir helfen, deine Arbeit selber einzuschätzen, damit du in Zukunft genau weißt, was du schon gut machst und wo du dich noch verbessern kannst.

Für die Einschätzung wurden drei verschiedene Bereiche des Experimentierens eingeteilt. Zu jedem Bereich gibt es drei Aussagen, zu denen du dich selber einschätzen kannst.

Systematisches Arbeiten:



Ich habe mir vor der Durchführung des Versuchs überlegt, was ich untersuchen möchte.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

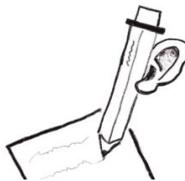
Ich habe den Versuch genau und sorgfältig durchgeführt.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Ich habe meine Ergebnisse detailliert notiert.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Nutzen der naturwissenschaftlichen Handwerkzeuge:



Ich habe die Durchführung so notiert, dass jeder, der mein Protokoll liest, den Versuch selber durchführen könnte und zu den gleichen Ergebnissen käme.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Durch die Illustration meiner Ergebnisse (in Diagrammen etc.) konnte ich meine Ergebnisse verdeutlichen.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Alle Angaben (z.B. Mengen, Temperatur) habe ich genau notiert.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Teamwork: Zusammenarbeit und gemeinsame Auswertung



Die Arbeit wurde gerecht auf alle Gruppenmitglieder aufgeteilt und jedes Mitglied hat seine/ihre Aufgabe erfüllt.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Ich konnte in meiner Gruppe für oder gegen Vorschläge anderer Gruppenmitglieder argumentieren, in dem ich naturwissenschaftliche Theorien angewandt habe.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

Ich bin mit den Ideen und Beiträgen meiner Gruppenmitglieder respektvoll umgegangen und habe versucht, sie mit meinen eigenen in Einklang zu bringen.

erfüllt nicht erfüllt unsicher

C5 Learning Log zur Selbstbewertung der Experimentierkompetenz

Anmerkung: Wenn diese Art der Selbstbewertung eingesetzt wird, muss im Voraus mit den Schüler:innen genau besprochen werden, was unter den einzelnen Bereichen des Experimentierens verstanden wird.

Name: _____

Datum: _____

Lernprotokoll – Experimentieren

Um durch einen Versuch etwas herauszufinden oder zu lernen, ist es wichtig, dass man den Versuch gut geplant und vorbereitet hat, ihn systematisch durchführt und die Beobachtungen und Ergebnisse genau protokolliert.

Im Folgenden sind die drei Bereiche des Experimentierens, die du im Unterricht bereits kennengelernt hast, aufgeführt. Schreibe zu jedem Bereich eine eigene Einschätzung zu dem heutigen Experiment, damit du sehen kannst, in welchem Bereich du schon gute Leistungen erbringst und wo du dich noch verbessern kannst.

Systematisches Arbeiten (Planung, Organisation und Durchführung des Versuchs...)



Was denkst du zum systematischen Arbeiten? Was hast gut bzw. weniger gut gemacht und warum?

Nutzen der naturwissenschaftlichen Handwerkzeuge (detaillierte und sorgfältige Protokollierung, Illustration der Ergebnisse oder des Versuchaufbaus...)



Was denkst du zu deiner Nutzung der naturwissenschaftlichen Handwerkzeuge? Was hast gut bzw. weniger gut gemacht und warum?

Teamwork: Zusammenarbeit und gemeinsame Auswertung (gerechte Aufgabenteilung, faire Diskussion der Ergebnisse...)



Was denkst du zum Teamwork? Was hast gut bzw. weniger gut gemacht und warum?

C6 Kartenspiel zur Bildung von Estern (adaptiert nach O'Dwyer & Childs, 2014)**Spielanleitung****Benötigte Materialien**

Spielkarten (24 Karten; um die Karten mehrfach zu verwenden, sollten sie vor Spielbeginn laminiert werden o.ä.)

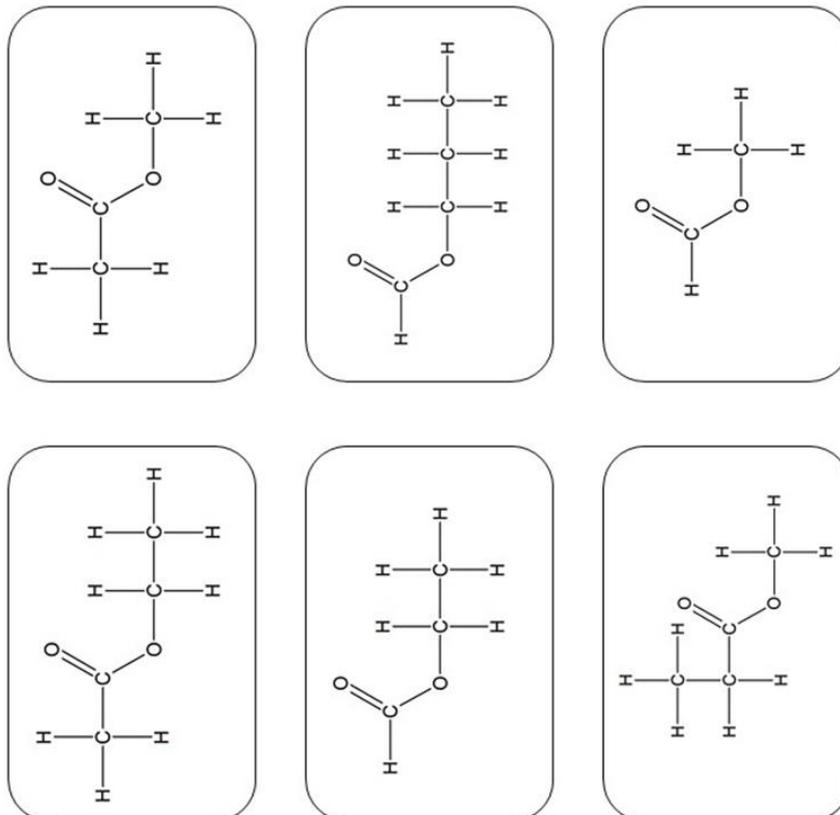
Ziel des Spiels

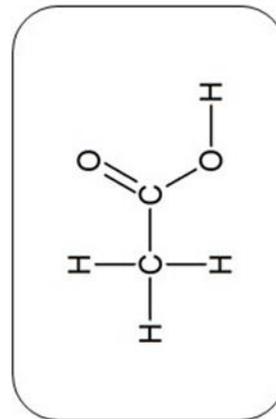
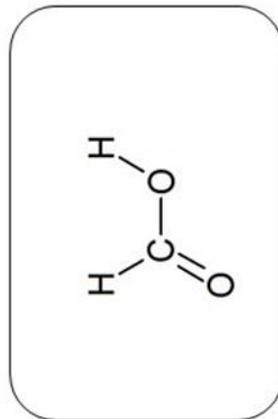
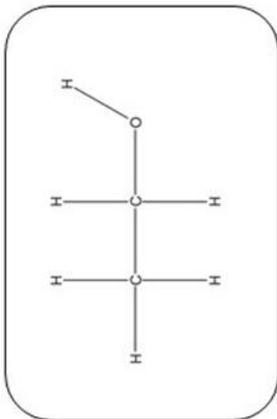
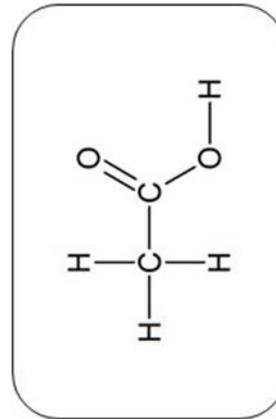
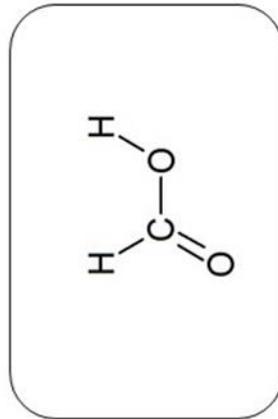
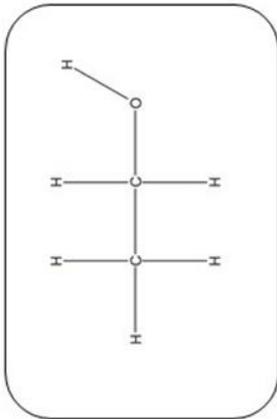
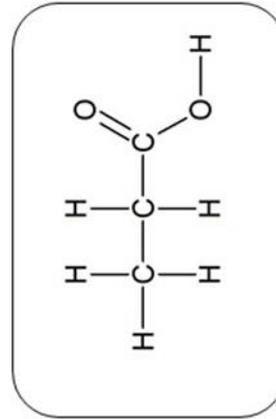
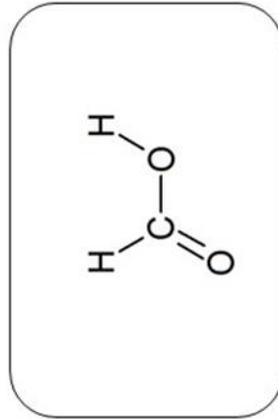
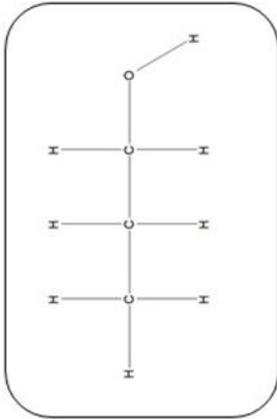
Das Ziel des Spiels ist es, die Strukturformeln der Edukte zur Bildung eines Esters (Carbonsäure und Alkohol), die Strukturformel des Esters sowie die Benennung des Esters als Spielkarten zu haben.

Durchführung

Es werden Gruppen mit einer Größe von ca. drei bis fünf Schüler/inne/n eingeteilt.

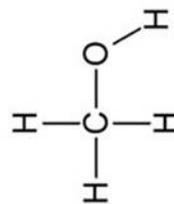
Zu Beginn des Spiels werden die Karten gemischt. Jeder Spieler und jede Spielerin erhält vier Karten. Die übrigen Karten werden verdeckt als Stapel in die Mitte des Tisches gelegt. Ein Spielzug besteht aus dem Ziehen einer neuen Karte vom Kartenstapel sowie dem verdeckten Ablegen einer Karte auf einen Ablagestapel. Wenn keine Karten zum Aufnehmen mehr übrig sind, wird der Ablagestapel gemischt und von diesem Stapel die Karten verdeckt gezogen. Der Spieler oder die Spielerin, welcher oder welche das oben beschriebene Ziel zuerst erfüllt hat, legt die Karten aus und hat das Spiel gewonnen.

Spielkarten



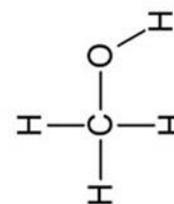
Propansäuremethylester

Methansäurepropylester



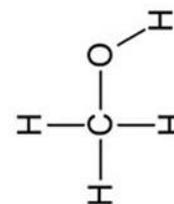
Methansäuremethylester

Methansäureethylester



Ethansäuremethylester

Ethansäureethylester



Anhang D

D1 Intervention Material: Lernbegleitbogen (LBB, I1)

All materials were translated from German to English for the present publication.

How do you extinguish a fire in your stomach?

Conceivably you are familiar with this situation: You ate something incorrect like spicy food and feel an unpleasant burning in your stomach and especially in your oesophagus. The primary cause for this so-called heartburn (or acid reflux) is overproduction of gastric acid. Gastric acid is composed of many components, but the core component is hydrochloric acid (HCl). What can you do to relieve the symptoms? Medication that helps with heartburn mostly contains a base that neutralises the excessive gastric acids.

But what happens from a chemical perspective? To understand the process, we have to take a look on the sub-microscopic level. Three videos stored on your tablet illustrate the process. But only one video shows the process correctly. Check below which video is correct and explain for each video why you think it is correct or incorrect.

At the end of this learning unit you will get this learning sheet back and can revise your answer with your new knowledge from the class. Fill in part A the first time and part B the second time.

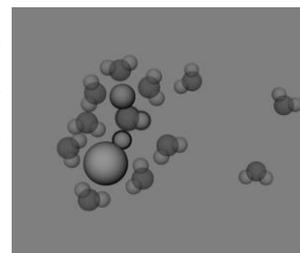
Video 1

- a) I think this video is: correct, ...
 incorrect, ...

... because

- b) I want to revise my answer: yes, ...
 no, ...

... because



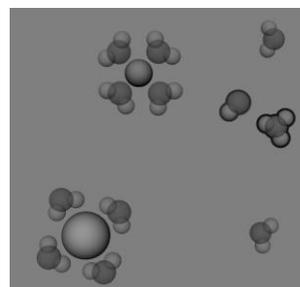
Video 2

- a) I think this video is: correct, ...
 incorrect, ...

... because

- b) I want to revise my answer: yes, ...
 no, ...

... because



Video 3

a) I think this video is:

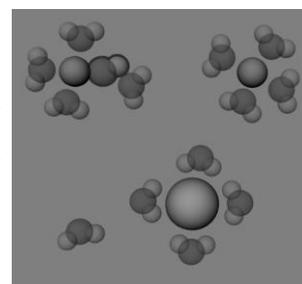
 correct, ... incorrect, ...

... because

b) I want to revise my answer:

 yes, ... no, ...

... because



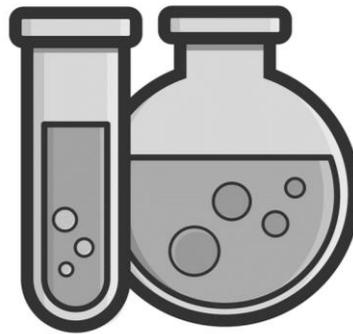
All videos were taken from the following website: http://stage.sjsu.edu/people/resa.kelly/general_chemistry_animations_and_videos/Acid-Base_Neutralization_Experiment/index.html

D2 Intervention Material: Rubric (I2)

Rubric

Experiments should help to gather new knowledge about scientific phenomena. Therefore, it is important to thoroughly plan and prepare your experiment, to conduct it systematically, and to protocol your observations and results in detail. The following topics should help you reflect on your work. It helps you assess what you are already doing well and where you can still improve in the future.

The different sections are briefly described in the following to support your self-assessment. Afterwards, you can evaluate the conduction of the experiment by yourself.



Being systematic



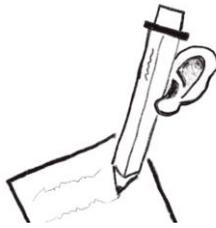
I conducted the experiment accurately and thoroughly. Before conducting the experiment, I organized my experiment and contemplated each step of the conduction. I noted down my results carefully. When problems occurred, I have systematically thought about how to adapt my work to solve those problems.

Write which aspects you have already fulfilled well and where you can still improve. Review your protocol and practical work.

Summarize your assessment and circle the number on the scale below that reflects your perception.

1	2	3	4	5
not adequate		adequate		exceptional

Using the Tools of Science



Based on my protocol, every person would be able to conduct the experiment by him-/herself and would come to the same results. I wrote down all important information like temperatures and quantities.

I used adequate forms of presentation (e.g. tables or graphs) to present my results. In a discussion with my group members I communicated my results and ideas clearly and comprehensibly. With the help of my illustrations, I was able to clarify and support my results.

Write which aspects you have already fulfilled well and where you can still improve. Review your protocol and practical work.

Summarize your assessment and circle the number on the scale below that reflects your perception.

1	2	3	4	5
not adequate		adequate		exceptional

Teamwork



Within my group, I collaborated with my group members. Every member had a task and fulfilled it. The distribution of the work was fair. I was able to argue for or against ideas of other group member, using scientific theories. When other group member contributed ideas or suggestions, I treated them with respect and tried to reconcile them with my own ideas.

Write which aspects you have already fulfilled well and where you can still improve. Review your protocol and practical work.

Summarize your assessment and circle the number on the scale below that reflects your perception.

1	2	3	4	5
not adequate		adequate		exceptional

D3 Collection of items

Table D1. Collection of possible items for interactive quizzes like Kahoot! regarding the unit 'acids and bases'. Items 1, 2, 4, 5, 10 and 11 were collected from Authors (2020), items 3 and 16 from Bradley & Mosimege (1998), items 6, 12, 13, 14, 15, 18 and 19 from Schmidt (1992) and items 7, 8, 9 and 17 from Scholz (2008)

Acids and bases

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>21) Lime stains in the bathroom can be removed with citric acid. How can this be explained best?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lime is a base, however, it comes with the cleaner to an acid-base reaction which results in that the substance reduces lime. <input type="checkbox"/> The citric acid is a cleaner, so they can remove the lime. <input type="checkbox"/> The molecules of citric acid act as abrasives. The acid etches the lime away. | <p>22) Calcified water faucets, water heaters or showers are found in almost all households.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Citric acid. <input type="checkbox"/> Bromine. <input type="checkbox"/> Zinc. <input type="checkbox"/> Water. |
| <p>23) The conjugate base of hydrogen chloride is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> The chloride ion. <input type="checkbox"/> The hydroxyl ion. <input type="checkbox"/> Ammonia. <input type="checkbox"/> Water. | |

Brønsted definition of acids and bases

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>24) Hydrochloric acid is a relatively strong acid. What's the reason for that?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> The proton of the acid can easily be detached. <input type="checkbox"/> The proton of the acid can hardly be detached. <input type="checkbox"/> The hydrochloride acid molecule is relatively large. <input type="checkbox"/> The hydrochloride acid molecule is relatively small. | <p>25) Chemists work with a variety of substances, including acids. Which of the following statements apply on the particles, from which an acid is built?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> The particles emit protons. <input type="checkbox"/> The particles move fast. <input type="checkbox"/> The particles absorb protons. <input type="checkbox"/> The particles have an unpleasant smell. |
| <p>26) 1 mol of sodium chloride (NaCl) is dissolved in water. Which statement is correct?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> There are as many H_3O^+-ions as OH^--ions. <input type="checkbox"/> There are more H_3O^+-ions than OH^--ions. <input type="checkbox"/> There are neither H_3O^+-ions nor OH^--ions. <input type="checkbox"/> There are less H_3O^+-ions than OH^--ions. | <p>27) Which reaction represents an acid-base reaction?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <input type="checkbox"/> $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ <input type="checkbox"/> $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ <input type="checkbox"/> $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ |
| <p>28) Which of the followings substances do not react as an acid in water?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> KOH <input type="checkbox"/> HSO_4^- <input type="checkbox"/> HCl <input type="checkbox"/> HNO_3 | <p>29) 10) The chemical cabinet is well sorted. In which enumeration are only substances mentioned which, when dissolved in water, react basic?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> NaOH, CaO, NaHCO_3 <input type="checkbox"/> NaCl, NH_3, KOH <input type="checkbox"/> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CaO, HCl <input type="checkbox"/> NaOH, CH_3COOH, H_2SO_4 |
-

Neutralization

- 30) If you have too much stomach acid in the stomach, you get stomach discomfort. A short-term improvement of symptoms can be brought about usually by taking medications containing the active ingredient sodium bicarbonate. What happens in the stomach when taking sodium bicarbonate?
- Protons are transmitted.
 - The stomach acid is diluted.
 - The stomach acid is displaced by sodium bicarbonate.
 - Sodium bicarbonate lies down on the stomach wall.
- 31) A glass with an acid solution should be neutralized by adding an alkali. How much lye is needed?
- It depends on the lye.
 - In any case, more lye than acid.
 - In any case less lye as acid.
 - In any case, as much lye as acid.
- 32) If an acid is neutralized by a base, the temperature rises. What explains the rise in temperature?
- Formation of water
 - Formation of salt
 - Ionization of the acid
 - Formation of a base
- 33) An aqueous, neutral solution contains...
- as many H_3O^+ -ions as OH^- -ions.
 - more H_3O^+ -ions than OH^- -ions.
 - neither H_3O^+ -ions nor OH^- -ions.
 - less H_3O^+ -ions than OH^- -ions.
- 34) A neutralization reaction is conducted. Which statement is correct?
- The information is not sufficient to predict whether the solution is acidic, neutral or basic.
 - In any case, an acidic solution is produced.
 - In any case, a neutral solution is produced.
 - In any case, a basic solution is produced.
- 35) An aqueous solution containing 1 mol NH_3 (Ammonia) reacts with an aqueous solution containing 1 mol HCl (hydrogen chloride). Which statement is correct?
- There are as many H_3O^+ -ions as OH^- -ions.
 - There are more H_3O^+ -ions than OH^- -ions.
 - There are neither H_3O^+ -ions nor OH^- -ions.
 - There are less H_3O^+ -ions than OH^- -ions.

pH

- 36) A student has been given a number of aqueous solutions and he has determined the pH of each using indicator paper. Which solution is the most acidic?
- pH = 3
 - pH = 4
 - pH = 7
 - pH = 5
- 37) Indicators change their colour depending on the pH of the solution. Mark which indicator is suitable to prove if rainwater is pH-neutral.
- Bromothymol blue (colour change range: pH 6,2 (yellow) – pH 7,6 (blue))
 - Methylorange (colour change range: pH 3,1 (red) – pH 4,4 (orange))
 - Epsilon blue (colour change range: pH 12,0 (orange) – pH 13,0 (purple))
 - Phenolphthalein (colour change range: pH 8,0 (clear) – pH 9,8 (purple))
-

-
- 38) In which of the following pH ranges would a solution consisting of 50 mL potassium hydroxide solution (KOH, 0.1 mol/L) and 50 mL hydrochloric acid (HCl, 0.1 mol/L) lie?
- Exactly pH = 7
 - Above pH = 8
 - Below pH = 6
 - between pH = 6 and pH = 7
- 39) 50 mL of a sodium hydroxide solution react with 50 mL of an acetic acid solution of the same concentration. What is the pH of the solution?
- Above pH = 7
 - pH = 1
 - exactly pH = 7
 - between pH = 4 and pH 6
-

Electron transmission

- 40) When a piece of zinc is put in concentrated hydrochloric acid, hydrogen gas is released. Which process describes this situation best?
- Zinc emits electrons. This enables the formation of hydrogen gas.
 - Hydrogen has become from the zinc.
 - Zinc and hydrochloric acid have been linked to form hydrogen.
 - The gas hydrogen must have been in one of the two substances, it is released by the contact of the metal with the acid.
-

D4 Instruments

Table D2. Collection of the items used during pre-test

Variable	Items ^a	Source
Individual interest	How interested are you in doing the following activities in chemistry lessons? To do experiments guided by an instruction To make a chemical product To build a machine guided by an instruction To arrange all the equipment for an experiment To find an explanation for an observation To plan experiments to investigate something To find the solution to a chemistry problem To investigate an object closely To draw an observation To draw the set-up of an experiment To create a poster or a presentation for a chemical topic To recreate something seen in nature To explain something to fellow students in chemistry To explain chemical topics to fellow students To help fellow students with chemistry tasks To help fellow students doing experiments To lead a student group in a group work To organize a small chemistry project To present the results of a small chemistry project To organize a small chemical investigation To search for and organize chemical information To table the results of an experiment To collect and organize chemical products (substances, information, data) To make a diagram from the results of an experiment To talk to fellow students about chemical topics To work on a chemical topic together with fellow students To investigate a chemical topic together with fellow students To experiment with fellow students	[1]
Science self-concept	I would much prefer chemistry if it weren't so hard. Chemistry seems to be harder for me than for my fellow students. Some topics in chemistry are just so hard that I know from the start I'll never understand them. Good grades in chemistry are important to me. I'm very talented at chemistry. I manage chemical tasks better than my fellow students. I think I am more talented in chemistry than my fellow students. It's important for me to be good at chemistry.	[2] [7] [2] [6] [7] [3] [3] [6]
Enjoyment	Chemistry is fun. I like chemistry. When I work with the tasks I get during chemistry class, I do it because it is fun.	[4] [4] [5]

^aAll items were rated on a 4-point rating scale.

[1] Dierks et al., 2014 [2] Marsh et al., 2008 [3] Schöne et al., 2012 [4] Rakoczy et al., 2005 [5] Ryan & Connell, 1989 [6] Steinmayr und Spinath (2010) [7] Marsh et al. (2005) ; Because the enjoyment-items were extracted from two different instruments, the rating scale differs (4-point rating scale, 5-point rating scale). The scales were not adapted in order to keep the consistency of the reply format. To analyze mean and standard

deviation, the answers for the item from Ryan & Connell (1989) were transformed to a 4-point rating scale in order to avoid biased values.

Table D3. Item that was continuously used to measure situational interest

Variable	Item ^a	Source
Situational interest	How interesting was this part of the lesson for you?	[1]

^a This item was rated on a 4-point rating scale.

[1] Palmer, 2009

Table D4. Items that were used by the students to evaluate the interventions

Variable	Items ^a
Evaluation of the LBB (I1)	The tutorial videos and the learning sheet were helpful for me. I learned something new by using them. I had a lot of fun working on the task. I would like to work on similar tasks more often in class.
Evaluation of the rubric (I2)	The experiment and the protocol were helpful for me. Through them I have learned something new. The rubric helped me to evaluate which aspects of experimenting I am doing well and where I can improve in the future. I had a lot of fun working on the task. I would like to work on similar tasks more often in class.
Evaluation of the Kahoot! quiz (I3)	The quiz was helpful for me. By participating I learned something new. I had a lot of fun participating in this quiz. I would like to work on similar tasks more often in class.

^a All items were rated on a 4-point rating scale.

D5 Results of the multilevel analysis regarding RQ3

Table D5. Multilevel analysis predicting students' situational interest by time, individual characteristics, three interventions (I1 with two administrations T1 and T2, I2 and I3) and interactions between enjoyment and situational interest during the interventions in terms of standardized regression coefficients based on random intercept models

Fixed effects	Mod1		Mod2	
	β	SE	β	SE
Intercept	0.26**	0.10	0.25*	0.10
Time	-0.08***	0.01	-0.08***	0.01
Grade ¹	-0.03	0.04	-0.02	0.04
Gender ²	0.13	0.07	0.13	0.11
Enjoyment	0.13**	0.05	0.14**	0.05
Individual interest	0.08	0.04	0.08	0.04
Science self-concept	0.09*	0.05	0.10	0.05
I1 T1 (LBB)	-0.63***	0.07	-0.63***	0.08
I1 T2 (LBB)	-0.17*	0.08	-0.16*	0.08
I2 (rubric)	-0.06	0.10	-0.06	0.08
I3 (Kahoot!)	0.98***	0.08	0.98***	0.10
Interactions				
Enjoyment * I1 T1 (LBB)	-	-	-0.04	0.07
Enjoyment * I1 T2 (LBB)	-	-	0.00	0.08
Enjoyment * I2 (rubric)	-	-	-0.15	0.08
Enjoyment * I3 (Kahoot!)	-	-	-0.07	0.10
Explained variance				
$R^2_{\text{level 1}}$	0.058		0.059	
$R^2_{\text{level 2}}$	0.667		0.662	
R^2_1 (SB)	0.166		0.169	

¹ lower values indicate higher achievement

² 0 = female, 1 = male

SE = standard error, R^2 = explained variance; * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Anhang E

E1 Instrumente

Tabelle E1. Items aus dem Prä-Test zur Erfassung des individuellen Interesses, des naturwissenschaftlichen Selbstkonzepts und der Lernfreude

Variabel	Items ^a	Quelle
individuelles Interesse	<p>Wie sehr interessieren dich die folgenden Aktivitäten im Chemieunterricht?</p> <p>Experimente nach einer vorgegebenen Anleitung durchführen</p> <p>Ein chemisches Produkt herstellen</p> <p>Eine Maschine nach einer Anleitung bauen</p> <p>Die benötigten Geräte für ein Experiment aufbauen</p> <p>Eine Erklärung für eine Beobachtung herausfinden</p> <p>Experimente planen, um etwas zu untersuchen</p> <p>Eine Erklärung für eine Beobachtung herausfinden</p> <p>Einen Gegenstand genau erforschen</p> <p>Eine Beobachtung abzeichnen</p> <p>Den Aufbau von einem Experiment zeichnen</p> <p>Ein Plakat oder eine Präsentation zu einem chemischen Thema kreativ gestalten</p> <p>Etwas aus der Natur kreativ nachbauen</p> <p>Mitschülerinnen und Mitschülern in Chemie etwas erklären</p> <p>Mitschülerinnen und Mitschülern chemische Inhalte erklären</p> <p>Mitschülerinnen und Mitschülern bei Chemieaufgaben helfen</p> <p>Mitschülerinnen und Mitschülern bei Experimenten helfen</p> <p>Während einer Gruppenarbeit die Leitung in deiner Gruppe übernehmen</p> <p>Ein kleines chemisches Projekt organisieren</p> <p>Die Ergebnisse eines kleinen chemischen Projektes präsentieren</p> <p>Eine eigene kleine chemische Untersuchung organisieren</p> <p>Informationen zu einem chemischen Thema heraussuchen und ordnen</p> <p>Ergebnisse eines Experiments in einer Tabelle notieren</p> <p>Chemische Produkte (Daten, Informationen, Stoffe) sammeln und ordnen</p> <p>Ein Diagramm aus den Ergebnissen eines Experiments erstellen</p> <p>Sich mit anderen Schülerinnen und Schülern über chemische Themen unterhalten</p> <p>Mit anderen Schülerinnen und Schülern gemeinsam etwas zu einem chemischen Thema erarbeiten</p> <p>Zusammen mit anderen Schülerinnen und Schülern ein chemisches Thema untersuchen</p> <p>Zusammen mit anderen Schülerinnen und Schülern ein Experiment durchführen</p>	[1]

naturwissen- schaftliches Selbstkonzept	Chemie würde ich viel lieber machen, wenn das Fach nicht so schwer wäre.	[2]
	Chemie fällt mir schwerer als meinen Mitschülerinnen und Mitschülern.	[7]
	Bei manchen Themen im Chemieunterricht weiß ich gleich: „Das versteh ich nie.“	[2]
	Gute Noten in Chemie sind mir wichtig.	[6]
	Ich bin für Chemie sehr begabt.	[7]
	Mit den Aufgaben im Chemieunterricht komme ich besser zurecht als meine Mitschülerinnen und Mitschüler.	[3]
	Ich denke, ich bin für Chemie begabter als meine Mitschülerinnen und Mitschüler.	[3]
	Für mich ist es wichtig, gut in Chemie zu sein.	[6]
Lernfreude	Chemie macht mir Spaß.	[4]
	Ich mag Chemie.	[4]
	Wenn ich Aufgaben im Chemieunterricht bearbeite, dann mache ich das vor allem, weil es mir Spaß macht.	[5]

^aAlle Items wurden auf einer vierstufigen Rating Skala geratet.

[1] Dierks et al., 2014 [2] Marsh et al., 2008 [3] Schöne et al., 2012 [4] Rakoczy et al., 2005 [5] Ryan & Connell, 1989 [6] Steinmayr und Spinath (2010) [7] Marsh et al. (2005); Da die Items zur Lernfreude aus verschiedenen Instrumenten stammen, variieren die Rating Skalen (vierstufige Rating Skala, fünfstufige Rating Skala). Die Skalen wurden nicht angepasst, um die Instrumente nicht zu verändern. Um die deskriptiven Statistiken zu berechnen, wurden die Items von Ryan und Connell (1989) zu einer vierstufigen Rating Skala transformiert.

Tabelle E2. Items zur Bewertung der drei verschiedenen Interventionen

Variable	Items ^a
Bewertung <i>LBB</i> (I1)	Die Lernvideos und das Arbeitsblatt waren hilfreich für mich. Durch sie habe ich etwas dazugelernt. Die Bearbeitung der Aufgabe hat mir sehr viel Spaß bereitet. Ich würde ähnliche Aufgaben gerne öfters im Unterricht bearbeiten.
Bewertung <i>Rubric</i> (I2)	Der Versuch und das Protokoll waren hilfreich für mich. Durch sie habe ich etwas dazugelernt. Der Reflexionsbogen hat mir verdeutlicht, welche Bereiche des Experimentierens ich gut mache und wo ich noch an mir arbeiten muss. Die Bearbeitung der Aufgaben hat mir sehr viel Spaß bereitet. Ich würde ähnliche Aufgaben gerne öfters im Unterricht bearbeiten.
Bewertung <i>Kahoot!</i> (I3)	Das Quiz war hilfreich für mich. Durch die Teilnahme habe ich etwas dazugelernt. Die Bearbeitung des Quiz hat mir sehr viel Spaß bereitet. Ich würde ähnliche Aufgaben gerne öfters im Unterricht bearbeiten.

^aAlle Items wurden auf einer vierstufigen Rating Skala geratet.

E2 Interventionsmaterialien: Lernbegleitbogen (I1)

Code: _____

Datum: _____

Wie löscht man einen Brand im Magen?

Vielleicht kennst du die Situation: Du hast etwas Falsches gegessen und verspürst ein unangenehmes Brennen im Magen und vor allem in der Speiseröhre. Ursache für dieses sogenannte Sodbrennen ist häufig eine Überproduktion von Magensäure. Magensäure setzt sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammen, aber vor allem besteht sie aus Salzsäure (HCl). Was kann man nun tun, um die Beschwerden zu lindern? Medikamente gegen Sodbrennen enthalten als Wirkstoff meistens eine Base, die die überschüssige Magensäure neutralisieren soll.

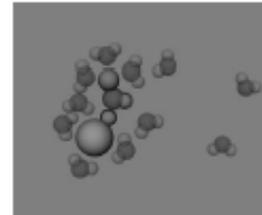
Aber was passiert dabei aus chemischer Sicht? Um diesen Vorgang zu verstehen, muss man ihn sich auf Teilchenebene anschauen. Auf deinem Tablet findest du drei Videos, die den Vorgang zeigen. Jedoch ist er nur in einem Video richtig dargestellt. Kreuze unten an, welches Video das richtige ist und begründe für jedes Video, warum du es für falsch oder richtig hältst.

Du erhältst dieses Arbeitsblatt in einigen Wochen erneut und kannst deine Antwort mit deinem neuen Wissen aus dem Unterricht überarbeiten. Fülle beim ersten Mal Teil A und beim zweiten Mal Teil B aus.

Video 1

- a) Ich halte die Darstellung in diesem Video für: richtig, ...
 falsch, ...

... weil _____



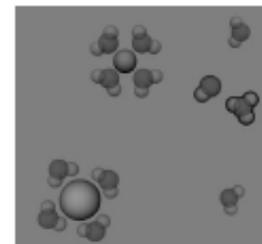
- b) Ich möchte meine Antwort ändern: ja, ...
 nein, ...

... weil _____

Video 2

- a) Ich halte die Darstellung in diesem Video für: richtig, ...
 falsch, ...

... weil _____



- b) Ich möchte meine Antwort ändern: ja, ...
 nein, ...

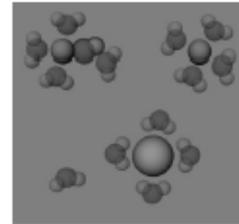
... weil _____

Bitte auch die Rückseite beachten!

Video 3

- a) Ich halte die Darstellung in diesem Video für: richtig, ...
 falsch, ...
... weil _____

- b) Ich möchte meine Antwort ändern: ja, ...
 nein, ...
... weil _____



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Dissertation – abgesehen von der Beratung durch meine Betreuer:innen – nach Inhalt und Form meine eigene ist. Sie wurde weder im Ganzen noch in Teilen an einer anderen Stelle im Rahmen eines Promotionsverfahrens vorgelegt. Teile dieser Arbeit wurden bereits in Form von Zeitschriftenartikeln publiziert bzw. sind zur Publikation eingereicht. Die Arbeit ist unter Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft entstanden. Es wurde mir kein akademischer Grad entzogen.

Kiel, den _____

Sabrina Ochsen