

SCHÜLERLABORE IM THEMENBEREICH
MOLEKULARBIOLOGIE
ALS INTERESSE FÖRDERNDE LERNUMGEBUNGEN

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



vorgelegt von
Ingrid Glowinski

Kiel

2007

Referent:

Korreferent:

Tag der mündlichen Prüfung

Zum Druck genehmigt: Kiel,

Der Dekan

ZUSAMMENFASSUNG

In den vergangenen 10 Jahren sind in Deutschland ca. 200 Schülerlabore als neuartige Lernumgebungen gegründet worden. Die meist an Universitäten oder Forschungseinrichtungen angebotenen Schülerlabore haben es sich zum Ziel gesetzt, dem sinkenden Interesse der Schüler an den Naturwissenschaften entgegenzuwirken. In eintägigen Veranstaltungen bieten sie den Lernenden die Möglichkeit, in einer authentischen Lernumgebung zu experimentieren sowie im persönlichen Kontakt zu Wissenschaftlern einen Einblick in Forschungsfragen und Anwendungskontexte zu erlangen. Bisher ist die Wirksamkeit dieser außerschulischen Lernorte bezogen auf die affektiven Zielsetzungen wenig erforscht.

Die vorliegende explorative Studie geht der Frage nach, inwieweit die Schüler im Rahmen des Schülerlaboraufenthalts ein Interesse an den charakteristischen Bedingungen der Schülerlabore entwickeln. An der Untersuchung beteiligt waren molekularbiologisch ausgerichtete Schülerlabore, deren Angebote für Lernende der Sekundarstufe II konzipiert sind. Den theoretischen Rahmen bilden die pädagogisch-psychologische Interestheorie sowie Erkenntnisse zur Interesse fördernden Wirkung der für die Schülerlabore charakteristischen Bedingungen Experimentieren, authentische Lernumgebung und Kontextorientierung. Den fachwissenschaftlichen Bezug bildete das Thema Molekularbiologie.

Die Ergebnisse der auf zwei Fragebogenerhebungen gestützten Studie zeigen zunächst, dass sich die Aspekte Experimentieren, Authentizität und Kontexte als Interesse auslösende Bedingungen der Schülerlabore faktorenanalytisch trennen lassen. In weiteren Analysen konnten Zusammenhänge zwischen dem Interesse an diesen Bedingungen sowie den Schülermerkmalen, den Merkmalen der Lernumgebung und der Einbindung des Schülerlaboraufenthalts in den regulären Unterricht dargestellt werden. Neben dem bereits vorhandenen individuellen Interesse der Schüler an den Naturwissenschaften steht auch die Einbindung des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht in einem signifikanten Zusammenhang mit dem Interesse der Schüler an den Bedingungen der Schülerlabore. Besonders für das Interesse an den Experimenten zeigt sich diesbezüglich ein großer Einfluss. Der Faktor Vorbereitung im Unterricht konnte als wesentlicher Prädiktor des Kompetenzerlebens bei der Durchführung der Experimente identifiziert werden. Eine in hohem Maße wahrgenommene Instruktionsqualität von Seiten der Betreuer im Schülerlabor scheint Defizite im Vorwissen der Lernenden jedoch ausgleichen zu können und ist ein ebenfalls bedeutender Prädiktor des Kompetenzerlebens. Auch in Hinblick auf einen subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie sowie einen Interessenzuwachs an verschiedenen Aspekten der Molekularbiologie zeigen sich signifikante und charakteristische Zusammenhänge mit dem bereits vorhan-

denen Interesse der Schüler, aber auch mit der Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht. Das unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt erhobene Interesse sinkt mittelfristig zwar signifikant ab, bleibt jedoch auf einem hohen Niveau. Insgesamt zeigt sich eine hohe Akzeptanz der

Schüler für diese außerschulischen Lernangebote sowie ein auch mittelfristig großes Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore. Der in der vorliegenden Arbeit festgestellte Einfluss der Vorbereitung des Aufenthalts im regulären Schulunterricht sowohl auf das im Schülerlabor entwickelte Interesse als auch auf das Kompetenzerleben während des Aufenthalts sollte zum Anlass genommen werden, Unterricht und außerschulisches Lernen noch stärker aufeinander abzustimmen. Aus fachdidaktischer Sicht könnten die Ergebnisse auch daraufhin betrachtet werden, inwieweit sich Interesse fördernde Aspekte der Schülerlabore, z. B. die Kontextorientierung, auch im regulären Schulunterricht realisieren lassen.

ABSTRACT

In the last ten past years about 200 learning laboratories have been founded at universities and research labs in Germany. The stated goal of these extracurricular learning facilities is to promote students' interest in the sciences. During a one-day stay, the students are offered the opportunity to experiment in an authentic learning environment in order to gain insight into research questions and the application of scientific knowledge in close contact with scientists in these professionally equipped labs. The effectiveness of the out-of-school learning facilities regarding their affective aims has been hardly investigated yet..

The present explorative study examines the development of students' interest concerning characteristic aspects of learning labs. Two learning labs with a molecular biological focus for upper secondary students took part in the study. The theoretical frame is provided by the "Person-object-theory of interest" and empirical studies concerning the effectiveness of experimentation, authentic learning environments and contexts orientation as factors for promoting interest. Molecular biology served as biological reference in this study.

The results of the study which is based on two surveys with questionnaires show that the different aspects of the learning labs, i.e. experimentation, authentic learning environment and contexts, are separable as distinct factors in a factor analysis. Further analyses indicate significant correlations between the developed interest during the stay in the learning lab and the student characteristics, especially the individual interest. Additionally, the integration of the lab visits into the school lessons was a significant predictor for promoting interest. Feeling of competence was also affected by integrating the visit in the regular school lessons. There are strong hints that the quality of instruction of the attending scientists can both compensate lacking concept knowledge and support the feeling of competence in experimentation. Increase of interest and knowledge concerning aspects of molecular biology show significant correlations with both individual interest and with the degree of integration in regular school lessons. The interest immediately after the visit declines significant within a few weeks, but stays still on a high level. Overall, the upper secondary students show a high degree of acceptance for these extracurricular learning facilities. There are strong indications that the interest resulting from the visits lasts for at least medium-term period. The relevance of integration in classroom lessons for both, promoting interest and promoting feeling of competence, should lead to a coordination between teachers and carriers of learning laboratories. As implication for school science lessons, the results of the present study could be used for improving the quality of school science lessons in respect of the students' interest.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich im Laufe meiner Promotion in vielfältiger Weise unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Horst Bayrhuber für die Betreuung dieser Arbeit, die freundliche Unterstützung sowie die gute und insbesondere vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Prof. Dr. Helmut Prechtl danke ich für die Übernahme des Korreferats, hilfreiche Hinweise und kritische Anmerkungen.

Dr. Markus Lücken und Dr. Lars Allolio-Näcke gebührt mein herzlicher Dank. Sie haben sich mit großer Bereitschaft und auf die ihnen eigene, motivierende Art mit meinen Überlegungen und methodischen Fragen auseinandergesetzt und mit Problemlösungen, Zustimmung und kritischen Anmerkungen sehr weitergeholfen.

Ich bedanke mich bei allen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung (auch den mittlerweile ehemaligen) für ein herzliches Miteinander, die gute Zusammenarbeit und vielfältige Unterstützung. Ein besonderes Dankeschön gilt der Mensarunde für die vielen guten Gespräche und jede Menge Motivation!

Ich danke den MitarbeiterInnen der an dieser Studie beteiligten Schülerlabore, besonders Frau PD Dr. Bärbel Kunze und Herrn Peter Körting (Lübeck) sowie Frau Dr. Michelle Friedrich und Frau Dagmar Lorenz (Flensburg) für ihre Unterstützung bei der Datenerhebung.

Ein Dank gebührt natürlich den vielen Schülerinnen und Schülern, die durch die sorgfältige Bearbeitung der Fragebögen wesentlich zum Gelingen der Studie beigetragen haben sowie den beteiligten Lehrkräften. Jens Landgrebe danke ich für die Unterstützung bei der Dateneingabe.

Dr. Imke Köpke, Dr. Lars Allolio-Näcke, Dr. Iris Mackensen-Friedrichs, Dr. Cornelia Sommer, Dr. Markus Lücken und Maïke Ehmer haben es auf sich genommen, Korrektur zu lesen, Mängel im Ausdruck auszumerzen und auf Unverständlichkeiten hinzuweisen. Dafür sei ihnen herzlich gedankt.

Ein besonderer Dank geht nicht zuletzt an meine Familie. Insbesondere meinen Kindern Frithjof, Lisa und Malte danke ich für ihr Verständnis, ihre Unterstützung sowie ihre Geduld.

Anmerkung:

Für eine bessere Lesbarkeit wird die männliche Form der Darstellung gewählt, womit selbstverständlich die weiblichen Schülerinnen, Lehrerinnen, Wissenschaftlerinnen auch gemeint sind.

Inhalt

1	EINLEITUNG	1
2	SCHÜLERLABORE ALS AUßERSCHULISCHE LERNUMGEBUNGEN ...	4
2.1	Ausgangslage	4
2.2	Konzepte von Universitäten und Forschungseinrichtungen	5
2.3	Die untersuchten Schülerlabore	7
3	DAS THEMA MOLEKULARBIOLOGIE IM SCHÜLERLABOR	12
3.1	Inhaltliche Aspekte	12
3.1.1	Die Polymerasekettenreaktion PCR.....	13
3.1.2	Gelelektrophorese.....	15
3.1.3	Restriktionsenzyme (Restriktionsendonucleasen) und Restriktionsspaltung.	16
3.1.4	Anwendungskontexte.....	17
3.2	Methodische Aspekte	20
3.3	Bezug zu den Lehrplänen	21
3.4	Zusammenfassung	22
	THEORETISCHER RAHMEN	24
4	BEDINGUNGEN DER LERNUMGEBUNG SCHÜLERLABOR	25
4.1	Experimentieren im Schülerlabor	25
4.1.1	Das Experiment als Erkenntnismethode.....	26
4.2	Zur Didaktik des Experimentierens im Unterricht	29
4.2.1	Zielsetzung des Experimentierens im Unterricht.....	29
4.2.2	Experimentieren und Labwork	32
4.3	Kritische Betrachtung von Experimentieren und Labwork	34
4.4	Zusammenfassendes Fazit	40
4.5	Kontextorientierung im Schülerlabor	42
4.5.1	Kontexte im naturwissenschaftlichen Unterricht	42
4.5.2	Kontexte im Schülerlabor.....	43
4.6	Authentizität/situiertes Lernen im Schülerlabor	43
4.6.1	Allgemeine Aspekte	43
4.6.2	Der Faktor Authentizität in der vorliegenden Studie.....	44
5	INTERESSE	46
5.1	Interesse und Motivation als verwandte Konstrukte	46
5.1.1	Lernmotivation	47
5.2	Interesse als Konstrukt	50
5.2.1	Interesse im Sinne der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie	51
5.2.2	Interesse als Disposition und Interesse als handlungsbegleitender Zustand	53
5.2.3	Modelle zur Entwicklung von situationalem zu individuellem Interesse.....	55
5.2.4	Der Prozess der Interessengenese.....	56
5.2.5	Interesse und Selbstkonzept.....	59
5.3	Interesse und Lehr-Lern-Situationen	61
5.3.1	Individuelles Interesse und Persönlichkeitsmerkmale.....	62
5.3.2	Die Bedeutung der „basic needs“	63
5.3.3	Bedingungen der Schülerlabore als Faktoren der Interessengenese	64

5.3.4	Interessenstrukturen und Schülertypen	69
5.3.5	Interesse am Thema Molekularbiologie	70
5.3.6	Grad der Einbindung des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht als Faktor der Interessengnese	72
5.3.7	Zusammenfassung	73
5.4	Zusammenführung des theoretischen Rahmens	74
5.4.1	Persönlichkeitsmerkmale	74
5.4.2	Merkmale der Lernumgebung	74
5.4.3	Grad der Integration in den Unterricht.....	78
6	KONZEPTION, ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNGEN DER STUDIE	79
6.1	Konzeption der Studie	79
6.2	Übergordnetes Ziel der Studie	82
6.3	Fragestellungen und Hypothesen	83
7	METHODEN	89
7.1	Stichprobe	89
7.1.1	Ablauf der Untersuchung	91
7.2	Evaluationsdesign	91
7.3	Angewendete Statistische Verfahren	93
7.3.1	Deskriptive Statistik.....	93
7.3.2	Parameterfreie Verfahren.....	94
7.3.3	Multivariate Methoden.....	95
7.3.4	Faktorenanalyse	98
7.3.5	Clusteranalysen	99
7.4	Testinstrumente	101
7.4.1	Skalenbildung	102
7.4.2	Vergleich der beiden Erhebungsinstrumente	118
8	ERGEBNISSE	120
8.1	Allgemeine deskriptive Ergebnisse	120
8.1.1	Akzeptanz der Veranstaltung im Schülerlabor.....	120
8.1.2	Vergleich der Stichproben der beiden Schülerlabore.....	121
8.1.3	Deskriptive Statistik der erhobenen Variablen	122
8.2	Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore	123
8.2.1	Aktualisiertes Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore	123
8.2.2	Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen	125
8.2.3	Zusammenhang mit der Integration in den Unterricht.....	140
8.2.4	Schülertypen	142
8.2.5	Zusammenfassende Betrachtung	145
8.3	Situatives Erleben der Lernumgebung Schülerlabor	146
8.3.1	Die Bedeutung der „basic needs“	146
8.3.2	Zusammenhang der „basic needs“ mit den abhängigen Variablen des aktualisierten Interesses	147
8.3.3	Zusammenhang unabhängigen Variablen mit den „basic needs“	153
8.3.4	Zusammenhänge mit der Integration in den Unterricht.....	155
8.3.5	Regressionsanalysen.....	157
8.3.6	Zusammenfassende Betrachtung des Abschnitts zum situativen Erleben der Lernumgebung Schülerlabor:.....	160
8.4	Betrachtung des Gesamtmodells	162

8.4.1	Zusammenhänge zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen.....	162
8.4.2	Zusammenhang mit dem individuellen Interesse.....	164
8.4.3	Mediatoreffekte	165
8.5	Molekularbiologie im Schülerlabor	170
8.5.1	Zusammenhang zwischen Wissenszuwachs und Interessenzuwachs	170
8.5.2	Interessenzuwachs im Bereich Molekularbiologie	171
8.5.3	Subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie	173
8.5.4	Zusammenhang zwischen den Skalen zum Interesse und Wissen an Aspekten der Molekularbiologie	174
8.5.5	Zusammenhänge zwischen Interessenzuwachs sowie Wissenserwerb und den unabhängigen Variablen	176
8.5.6	Regressionsanalysen.....	191
8.5.7	Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Abschnitts:	195
8.6	Mittelfristige Wirkungen des Aufenthalts im Schülerlabor auf das Interesse	196
8.6.1	Veränderungen des Interesses	196
8.6.2	Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore.....	197
8.7	Ergebnisse der offenen Fragen	202
9	DISKUSSION	208
	LITERATUR.....	229
	TABELLENVERZEICHNIS	241
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	245
	ANHANG	248

Kapitel 1

EINLEITUNG

In den letzten Jahren haben sich in Deutschland ca. 220 Schülerlabore in diversen naturwissenschaftlichen Fachrichtungen als neuartige außerschulische Lernumgebungen etabliert. Sie sind entstanden aufgrund entsprechender Initiativen an Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Diese reagierten auf das in Studien wie TIMSS (*Baumert, Bos et al., 1998*) und PISA (*Baumert, Klieme et al., 2001*) festgestellte sinkende Interesse deutscher Schüler an den naturwissenschaftlichen Fächern, indem sie den Lernenden in eigens eingerichteten Schülerlaboren die Möglichkeit geben, in einer professionellen Laborumgebung zu experimentieren und dabei gleichzeitig in den angegliederten Forschungseinrichtungen einen Einblick in authentische Wissenschaft zu erlangen. Nicht zuletzt soll den Schülern auf diese Weise das Berufsbild von Naturwissenschaftlern dargestellt und eine berufliche Orientierung erleichtert werden.

Vor allen Dingen aber erwartet man von einem Aufenthalt in einer solchen authentischen Lernumgebung positive Wirkungen auf das Interesse der Lernenden an den naturwissenschaftlichen Fächern. Seine besondere Bedeutung erlangt dieses Ziel unter dem Gesichtspunkt, dass interessengesteuertes Lernen ein länger anhaltendes und selbstgesteuertes Lernen fördert, und die Interessen einer Person als eine entscheidende Antriebsfeder lebenslangen Lernens betrachtet werden können (*Krapp, 1998a*). Die pädagogisch-psychologische Forschung sieht Interesse dabei sowohl als Bedingung als auch als wichtiges Ziel des Unterrichts.

Bei der Betrachtung des Potenzials von Schülerlaboren als Interesse fördernde Lernumgebungen soll in dieser Studie der Schwerpunkt darauf gelegt werden, die besonderen Bedingungen der Schülerlabore als interessenwirksame Faktoren zu untersuchen. Für einzelne Aspekte der außerschulischen Lernumgebungen, wie z. B. das Experimentieren oder die Bedeutung lebensweltlicher Anwendungskontexte liegen bereits Studien aus der empirischen Unterrichtsforschung vor. Schülerlabore bieten jedoch die Möglichkeit, Lernumgebungen zu untersuchen, in denen mehrere dieser Aspekte gleichzeitig berücksichtigt sind. Darüber hinaus können aber auch neue und im herkömmlichen Unterricht nicht zu verwirklichende Bedingungen wie z. B. der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern als mögliche Interesse fördernde Faktoren untersucht werden.

Der Aufenthalt im Schülerlabor ist geprägt durch die eigene experimentelle Tätigkeit der Schüler. Diese Handlungsorientierung der Lernumgebung ist ebenfalls in ihrer Wirkung auf das Interesse der Lernenden zu untersuchen. Die Evaluation von fünf verschiedenen

Schülerlaboren mit Schwerpunkten in unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Fachbereichen (Physik, Biologie) ermöglichte die Entwicklung eines validen Erhebungsinstruments. In der Hauptstudie werden zwei Schülerlabore evaluiert, die, mit einem gleichen Angebot an Experimenten zur Molekularbiologie, aus folgenden Gründen besonders geeignet erscheinen für eine Studie zur Interessenförderung außerschulischer Lernumgebungen: Zunächst sind die Themen lehrplanrelevant, die entsprechenden Methoden und Experimente sind jedoch in der Regel im Schulunterricht nicht durchführbar. Schülerlabore bieten nun mit ihrer professionellen Geräteausstattung die entsprechenden experimentellen Möglichkeiten. Darüber hinaus bieten die molekularbiologischen Themen eine Reihe von Anwendungskontexten, auch aus dem lebensweltlichen Bereich der Lernenden, die im Rahmen des Aufenthalts thematisiert werden. Schließlich entsprechen die von den Schülern in den durchgeführten Experimenten angewandten Methoden auch den in der aktuellen molekularbiologischen Forschung üblichen Verfahren und lassen das Schülerlabor als Lernumgebung entsprechend forschungsnah erscheinen.

Unter Berücksichtigung dieser besonderen Bedingungen der Schülerlabore soll in der vorliegenden Studie untersucht werden, ob der außerschulische Lernort Labor im Hinblick auf das Interesse der Schüler Wirkung zeigt bzw. ob und welche Bedingungen der Lernumgebung Labor als entsprechende Wirkungsfaktoren identifiziert werden können. Für die Schülermerkmale sowie den Grad der Einbindung des Laboraufenthalts in den Unterricht wird ebenfalls ein Einfluss auf die Interessengenese angenommen. Diese Variablen werden deshalb zu den Bedingungen der Schülerlabore in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse sollen den Schülerlaboren die Möglichkeit bieten, ihre Konzepte auf die entsprechende Zielsetzung hin zu überprüfen und gemeinsam mit den Schulen Rahmenbedingungen zu verwirklichen, die den Aufenthalt im Schülerlabor für die Lernenden bedeutsam werden lassen.

Zunächst wird in Kapitel 2 auf die Konzepte der Schülerlabore sowie ihre Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland eingegangen, und die evaluierten Schülerlabore werden beschrieben. Ein fachwissenschaftliches Kapitel schildert die Inhalte und Methoden der Molekularbiologie sowie deren Anwendungskontexte soweit sie auch in den untersuchten Schülerlaboren thematisiert werden. Die benannten Lehrplanbezüge weisen auf die Relevanz der Themen der Schülerlabore für den Fachunterricht hin.

Der theoretische Rahmen dieser Studie umfasst Erkenntnisse zur Bedeutung des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht sowie zur Wirkung von Kontextbezügen und Merkmalen authentischer Lernumgebungen auf das Interesse der Schüler. Das Interessenkonstrukt wird im anschließenden Kapitel 5 in seiner theoretischen Herleitung betrachtet sowie in seinem Potenzial, es auf die als interessenwirksam betrachteten Bedingungen außerschulischer Lernumgebungen anwenden zu können. Dazu werden verschiedene Aspekte und Entwicklungen der Interessenforschung berücksichtigt und es

wird auf empirische Studien zur Interesse fördernden Wirkung der beschriebenen Bedingungen der Schülerlabore eingegangen.

Fragestellungen und Hypothesen werden in Kapitel 6 aus den theoretischen Erläuterungen abgeleitet. Das Methodenkapitel (Kapitel 7) beschreibt die Entwicklung der Erhebungsinstrumente und die durchgeführten statistischen Verfahren. Die Ergebnisse werden im Kapitel 8 dargestellt und im Anschluss in Kapitel 9 diskutiert.

Kapitel 2

SCHÜLERLABORE ALS AUßERSCHULISCHE LERNUMGEBUNGEN

2.1 Ausgangslage

2.2 Konzepte von Universitäten und Forschungseinrichtungen

2.3 Die untersuchten Schülerlabore

2.1 AUSGANGSLAGE

Nicht zuletzt die Ergebnisse internationaler Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA haben deutlich gemacht, dass die Ziele des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland nicht in allen Bereichen erwartungsgemäß erreicht werden. Besonders deutlich sind die Defizite nicht im Faktenwissen, sondern in Kompetenzbereichen wie dem naturwissenschaftlichen Arbeiten, der naturwissenschaftlichen Modellbildung und -anwendung sowie der naturwissenschaftlichen Problemlösefähigkeit (*Prenzel & Ringelband, 2001*). Neben diesen Schwierigkeiten im kognitiven Bereich lässt sich außerdem ein stetig sinkendes Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern feststellen, das sich auch in sinkenden Zahlen der Studienanfänger (bis zu 30 %) während der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts abgebildet hat (*Engeln, 2004*). Diese Entwicklung wird von verschiedenen Seiten als problematisch angesehen, weil die Wahrnehmung und Teilnahme an politischen Entscheidungsprozessen in einer Wissensgesellschaft eine mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung der mündigen Bürger voraussetzt. Dies trifft besonders auch auf die Bereiche Biotechnologie und Gentechnologie zu, die innerhalb der Biowissenschaften eine besondere Stellung einnehmen. Ein enormer Erkenntnisfortschritt in den letzten Jahrzehnten in Themenfeldern wie z. B. Gentechnik bei Pflanzen und Tieren sowie neue pharmazeutische und medizinische Anwendungsgebiete bewirken eine öffentliche Diskussion dieser gesellschaftlich relevanten und unter ethischen Gesichtspunkten bedeutenden Forschungsaspekte.

Der aus dem angelsächsischen Sprachraum übernommene Begriff „scientific literacy“ und die dahinter liegende Konzeption einer naturwissenschaftlichen Grundbildung wird von der OECD bzw. dem PISA-Konsortium wie folgt definiert und in den durchgeführten Studien entsprechend berücksichtigt:

„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegten Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen.“

fen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ (Deutsches PISA-Konsortium, 2000, S. 66)

Diese mathematisch - naturwissenschaftlich - technische Grundbildung wird als Voraussetzung für eine Teilhabe am gesellschaftlichen Leben angesehen und soll die Basis bilden für eine lebenslange Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Fragestellungen (Prenzel & Ringelband, 2001). Einen etwas breiter angelegten Ansatz verfolgen Initiativen, die unter der Bezeichnung „PUSH“ („Public Understanding for Science and Humanities“) Verständnis für naturwissenschaftliche und technische Fragen fördern. Der Stifterverband für die deutsche Wissenschaft möchte mit seiner 1999 gegründeten Initiative „Wissenschaft im Dialog“¹ die Diskussion über Wissenschaft innerhalb der gesamten Gesellschaft anregen und die Bürger über die Vermittlung von Methoden und Prozessen wissenschaftlicher Forschung in die Lage versetzen, aktiv an dieser Diskussion teilzunehmen. Von den Wissenschaften erwartet man, dass sie dazu beitragen, Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zu verdeutlichen und dabei auch kontrovers diskutierte Themen aufgreifen, um dem Einzelnen eine Meinungsbildung in komplexen und gesellschaftsrelevanten Fragen zu ermöglichen (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 1999). Es wird als sinnvoll angesehen, in diesen Dialog bereits mit Jugendlichen einzutreten, die deshalb eine besonders wichtige Zielgruppe für entsprechende Informationsangebote und vielfältige Aktivitäten naturwissenschaftlicher Institute darstellen.

2.2 KONZEPTE VON UNIVERSITÄTEN UND FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Die Öffnung von Universitäten und Forschungsinstituten für Schulen soll Schülern ein realistisches Bild von Arbeitsweisen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Aufgabenfeldern vermitteln. Die Institute haben dazu eine große Zahl an Angeboten entwickelt.

Neben den bewährten „Tagen der offenen Tür“ wurden zielgruppenspezifische Veranstaltungen etabliert wie z. B. die Kinderuniversitäten für Grundschul Kinder oder Informationstage für Oberstufenschüler, die gezielt auf Studien- und Berufsbedingungen eingehen. Als spezielle Angebote einzelner Institute bzw. Fachbereiche bieten Veranstaltungen wie „Saturday morning physics“ oder langfristiger angelegte Schülerarbeitskreise den Lernenden die Möglichkeit, sich intensiver mit einem sie interessierenden Thema auseinander zu setzen. Auch nutzen Schulen Gelegenheiten, Wissenschaftler einzuladen, die ihre Forschungsarbeiten vorstellen und den Schülern einen Eindruck vom Berufsbild des Forschers ermöglichen. Besonders interessierte Schüler haben die Möglichkeit, an „summer schools“ teilzunehmen, die ihnen zum Teil über mehrere Tage vertiefte

¹ <http://www.wissenschaft-im-dialog.de>

Kenntnisse in einem Fachbereich vermitteln sowie einen intensiveren Einblick in die Universität oder Forschungseinrichtung erlauben.

Mit der Gründung von Schülerlaboren sind Forschungseinrichtungen und Universitäten einen Schritt weiter gegangen und haben ihre Veranstaltungen für Schulen und Schüler als dauerhafte und regelmäßige, häufig tägliche, außerschulische Lernangebote etabliert, eigene Labore eingerichtet sowie Wissenschaftler mit der Leitung dieser Schülerlabore betraut.

Schülerlabore

Mit dem Begriff Schülerlabor werden solche außerschulischen Lernorte umschrieben, in denen Schüler mit ihren Lehrkräften im Rahmen einer schulischen Veranstaltung in einem professionell ausgestatteten Labor unter Anleitung eines Wissenschaftlers/Lehrers experimentieren können.

Durch eine Vielzahl von Initiativen zum außerschulischen Lernen wurden ganz unterschiedliche Konzepte in diesem Bereich verwirklicht. Allen gemeinsam sind jedoch die wesentlichen Zielsetzungen, die mit diesen Aktivitäten verbunden sind:

- Förderung des Interesses an den Naturwissenschaften,
- Selbständige Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen sowie Denk- und Arbeitsweisen,
- Einblick in Tätigkeitsfelder und Berufsbilder im naturwissenschaftlichen Bereich,
- Einblick in aktuelle Forschungsfragen und ihre gesellschaftliche Relevanz,
- persönlicher Kontakt zu Wissenschaftlern.

Zielgruppe der seit 10 Jahren existierenden Schülerlabore sind in der Regel Schüler in ihrem Klassen- bzw. Kursverband, die im Rahmen des Fachunterrichts in den Naturwissenschaften mit ihrem Lehrer ein Labor besuchen. Die Klasse bzw. der Kurs werden meist von Wissenschaftlern angeleitet und betreut, in einigen Schülerlaboren auch zusätzlich von ausgebildeten Lehrkräften. Heute existiert ein breites Angebot aller naturwissenschaftlichen Fachrichtungen, jedoch beschränkt sich eine große Zahl der mehr als 200 Schülerlabore auf Experimentalangebote für bestimmte Klassenstufen. Viele Veranstaltungen, besonders auch im Bereich Biologie, sind auf Schüler der Sekundarstufe II zugeschnitten. Einige Schülerlabore bieten Veranstaltungen zur Lehrerfortbildung an, um ihre Konzepte vorzustellen und es den Lehrkräften zu ermöglichen, einen zukünftigen Aufenthalt mit ihrer Klasse gezielt im Unterricht vorzubereiten. An einigen Universitäten ist auch eine enge Zusammenarbeit der Schülerlabore mit in Ausbildung befindlichen Lehrern (Referendaren, Lehramtsstudenten) entstanden.

Die Konzepte der Schülerlabore, die für meist eintägige Veranstaltungen entwickelt wurden, sehen die eigene experimentelle Tätigkeit der Schüler als wesentliches Gestal-

tungsmerkmal des Aufenthalts. Die Themen sind dabei unterschiedlich eng an die Lehrpläne angelehnt, das Spektrum reicht hier von einem engen Lehrplanbezug der Experimente bis hin zu aktuellen Forschungsthemen, die in den Lehrplänen noch gar nicht berücksichtigt sind. Einen gezielten Einblick in den Universitätsalltag erhalten die Schüler im Allgemeinen nicht, Besuche von Vorlesungen z. B. können aber teilweise auf besonderen Wunsch in den Aufenthalt integriert werden. Führungen durch die Institute sind in vielen, jedoch nicht in allen Schülerlaboren regelmäßig vorgesehen. Allerdings sind sie im Rahmen von eintägigen Aufenthalten schon aus Zeitgründen nicht immer leicht zu realisieren. Schülerlabore mit relativ wenigen Veranstaltungen für Schulen können den Lernenden meist eher einen Einblick in das jeweilige Institut gewähren als Labore, die täglich Schülergruppen betreuen. Hier ist der Aufenthalt für die Schüler in der Regel ohne direkten Bezug zum laufenden Forschungsalltag konzipiert.

Einen Überblick über die in Deutschland etablierten Schülerlabore mit ihren thematischen Schwerpunkten sowie den jeweiligen Angeboten und Veranstaltungen für Schulen bietet das Internetportal des vom BMBF geförderten Projekts „LELA – Lernort Labor“, das die Aufgabe übernommen hat, bundesweit die Initiativen zum außerschulischen Lernen zu koordinieren und zu vernetzen sowie die Angebote an zentraler Stelle über ein Internetportal zugänglich zu machen².

2.3 DIE UNTERSUCHTEN SCHÜLERLABORE

In diesem Abschnitt werden die fünf in dieser Studie berücksichtigten Schülerlabore charakterisiert. Sie liegen alle in Schleswig-Holstein und waren beteiligt am Projekt PRONaT – Pro Naturwissenschaften und Technik. Das Projekt war in den Jahren 2003-2005 beauftragt, außerschulische Lernorte in Schleswig-Holstein zu koordinieren und zu evaluieren.

Nur die beiden Schülerlabore mit einem biologischen Themenschwerpunkt waren sowohl an der Vor- als auch an der Hauptstudie der vorliegenden Arbeit beteiligt. Diese Schülerlabore sind an biologischen Instituten der Universität Lübeck bzw. der Fachhochschule Flensburg angesiedelt und bieten Veranstaltungen für Schüler der Sekundarstufe II mit den gleichen molekularbiologischen Experimenten. Durch die unmittelbar vergleichbare inhaltliche und konzeptionelle Ausrichtung dieser Labore können mögliche relevante Störfaktoren, die sich aus einer Verschiedenartigkeit der Labore ergeben könnten, weitgehend ausgeschlossen werden. Darüber hinaus war für die Hauptstudie damit die Möglichkeit gegeben, auch die Bedeutung des thematischen Schwerpunkts Molekularbiologie im Hinblick auf die Förderung des Interesses zu untersuchen.

Drei Labore wurden lediglich in der Vorstudie berücksichtigt. Zwei dieser Schülerlabore haben einen physikalisch-technischen Schwerpunkt, zum einen das Schülerprojekt der Technischen Fakultät der Universität mit einem hohen Forschungsbezug sowie das

² Lernort-Labor: www.lernort-labor.de.

Schülerlabor Quantensprung. Das Schülerlabor FuSch am Forschungszentrum Borstel bietet ein Angebot an Experimenten aus dem Bereich Mikrobiologie und Chemie. Ziel der Untersuchung von insgesamt fünf verschiedenen Schülerlaboren in der Vorstudie war die Entwicklung eines validen Erhebungsinstruments, das auch für inhaltlich und konzeptionell unterschiedliche Schülerlabore geeignet ist, und deshalb zu Evaluationszwecken vielfältig eingesetzt werden kann.

Die Beschreibung der Schülerlabore erfolgt unter Berücksichtigung ihrer Selbstdarstellung über die Internetseiten der entsprechenden Institute ³.

„Biotechnologie zum Anfassen“

Im Schülerlabor des Instituts für Verfahrenstechnik und Biotechnologie der Fachhochschule Flensburg lernen Schüler die Biotechnologie als interdisziplinäres Arbeitsgebiet zwischen Naturwissenschaften und Technik kennen. In den Veranstaltungen werden Methoden aus Biochemie, Genetik, Mikrobiologie, Molekularbiologie und Verfahrenstechnik angewandt und ihre Vernetzung in technischen Zusammenhängen beleuchtet. Die praktische Umsetzung dieser Verfahren wird am Beispiel biotechnologischer Unternehmen aus der Region vorgestellt. Durch die Verknüpfung von theoretischem Wissen und eigenen Erfahrungen im Umgang mit molekulargenetischen Methoden werden Teilnehmerinnen und Teilnehmer außerdem in die Lage versetzt, sich kompetent mit dem Einsatz moderner biotechnologischer Methoden auseinander zu setzen.

Ablauf der Veranstaltung:

In der Regel führen die Schüler eine PCR und/oder eine Restriktionsspaltung mit anschließender Gelelektrophorese durch. Die Wartezeit während der Experimente wird genutzt, um theoretische Aspekte zu vertiefen bzw. um mit den Schülern Anwendungsbereiche (z. B. Forensik, Vaterschaftsnachweise, aber auch aktuelle Forschungsaspekte) zu thematisieren. Regelmäßig erhalten die Schüler eine kurze Führung durch die Abteilung, besichtigen ein Forschungslabor und erhalten einen Einblick in aktuelle Forschungsprojekte des Instituts. Einblick in den Universitätsalltag, z. B. über den Besuch einer Vorlesung, ist nicht vorgesehen.

³ FuSch am Forschungszentrum Borstel <http://www.fz-borstel.de/fusch/index.htm>.

„Biotechnologie zum Anfassen“ an der FH Flensburg http://www.fh-flensburg.de/vt/f/f_schulen.htm.

Schülerlabor „Quantensprung“ GKSS Geesthacht

http://www.gkss.de/pages.php?page=j_quantensprung.html&language_d&version=g..

Schülerlabor „LOLA-Lübecker offenes Labor“ <http://www.bioweb.mu-luebeck.de/LOLA/LOLA.htm>.

Techn.Fakultät der CAU Kiel <http://www.tf.uni-kiel.de/dekanat-deutsch/studium/schueler.htm>.

„Lübecker Offenes Labor (LOLA)“

Das „Lübecker Offene Labor“ (LOLA) des Instituts für Biologie der Universität Lübeck bietet Schulklassen der Jahrgangsstufen 9 bis 13 die Möglichkeit, Gen- und Biotechnologie zu erleben und zu begreifen.

Neben grundlegenden Methoden der Genetik und Biotechnik können auch gentechnische Experimente der Sicherheitsstufe S1 durchgeführt werden. Die praktische Arbeit im Labor wird durch Seminare zu den durchgeführten Techniken und ihrer praktischen Anwendung begleitet. Dabei wird spezifisch auf den Ausbildungs- und Interessensstand der Teilnehmerinnen und Teilnehmer eingegangen. Zusätzlich können sich die Schülerinnen und Schüler über die Studiengänge an der Universität Lübeck informieren.

Im Schülerlabor können auch ein- bis mehrtägige Praktika und Projektwochen durchgeführt werden.

Ablauf der Veranstaltung:

In der Regel führen die Schüler eine PCR und/oder Restriktionsspaltung mit anschließender Gelelektrophorese durch. Dabei werden insbesondere die Anwendungen der Methoden in der Forensik, zum Nachweis erblicher Krankheiten (Chorea Huntington) und in Bezug auf evolutionsbiologische Fragestellungen (Neandertaler) in den Vordergrund gestellt. Versuchsbedingte Pausen werden zur Erläuterung der Experimente genutzt. Führungen durch das Institut und der Besuch von Vorlesungen sind in der Regel nicht vorgesehen.

"Projekte und Arbeitsgemeinschaften" der Technischen Fakultät an der Universität Kiel

Die Technische Fakultät der Christan-Albrechts-Universität ermöglicht es Schülerinnen und Schülern technische Zusammenhänge durch praktische Versuche in den Forschungslaboren der Fakultät zu erfahren. Außerdem können sie sich in verschiedenen Veranstaltungen über die Studienmöglichkeiten an dieser Fakultät und die aktuelle Forschung der beteiligten Institute informieren.

Das Programm richtet sich in erster Linie an Schülerinnen und Schüler ab der 10. Jahrgangsstufe, die sich während eines Projekttages oder im Rahmen einer Arbeitsgemeinschaft mit verschiedenen Themen auseinandersetzen können.

Ablauf der Veranstaltung:

Die Technische Fakultät betreibt kein Schülerlabor, sondern bietet auf Nachfrage und nach Bedarf Veranstaltungen als außerschulischer Lernort an. Schüler kommen im Klassenverband mit ihrer Lehrkraft und werden im Verlauf des Tages von verschiedenen Wissenschaftlern betreut. Aktuelle Forschungsarbeiten werden vorgestellt und die Schü-

ler haben die Möglichkeit, an Geräten wie z. B. speziellen Mikroskopen, zu arbeiten. Die Veranstaltungen der Technischen Fakultät bieten einen großen Bezug zu authentischer Wissenschaft und einen intensiven Austausch mit Wissenschaftlern über deren Forschungsgebiet. Darüber hinaus haben Schüler die Möglichkeit, sich über Studienfächer und -bedingungen zu informieren.

Schülerlabor „Quantensprung“

Das Schülerlabor „Quantensprung“ des GKSS Forschungszentrums Geesthacht ist ein Beitrag zur bundesweiten Initiative „Wissenschaft im Dialog“ und ermöglicht es den Teilnehmern seit Januar 2002, unter qualifizierter Anleitung in kleinen Gruppen zu experimentieren. Da die meisten Experimente nicht an Schulen durchgeführt werden können, wird der Physik- und Chemieunterricht auf sinnvolle Weise ergänzt. Die Kurse richten sich zunächst an Schüler der 9. und 10. Klassen der allgemeinbildenden Schulen, aber auch an Kurse der Sekundarstufe II und Berufsschulklassen. Es wird der Themenschwerpunkt „Erneuerbare Energien und Brennstoffzelle“ bearbeitet.

Ablauf der Veranstaltung:

Das Schülerlabor „Quantensprung“, das in einem eigenen Gebäude auf dem Gelände des Forschungszentrums der GKSS eingerichtet ist, bietet den Schülern vielfältige Experimente zur Stromerzeugung von der Solarenergie bis hin zur Brennstoffzelle. Die Lernenden erhalten zusätzlich Erläuterungen zur Bedeutung der Brennstoffzellentechnik und zu den aktuellen Forschungsarbeiten in diesem Bereich, auch unter Bezug auf die Forschung an der GKSS. Eine Besichtigung der Forschungslabore ist im Allgemeinen nicht vorgesehen.

„Forschung und Schule – FuSCH“

Das Schülerlabor „FuSCH“ des Leibniz-Zentrums für Medizin und Biowissenschaften Borstel fördert den naturwissenschaftlichen Unterricht an weiterführenden Schulen der Region seit dem Schuljahr 2002/2003.

Durch die Zusammenführung der bisherigen Aktivitäten des Forschungszentrums im Schülerlabor ist es möglich, Angebote für Lernende und Lehrende in erweiterter und für die Arbeit mit Schülerinnen und Schülern optimierter Form zur Verfügung zu stellen, ohne dass der Kontakt zu den Mitarbeitern des Forschungszentrums verloren geht.

Durch die Arbeit im Schülerlabor soll das Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen geweckt und die Motivation der Teilnehmerinnen und Teilnehmer für den Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern gestärkt werden.

Es werden Experimente zu den Themenbereichen Biochemie, Chemie, Infektiologie, Mikrobiologie und klinische Medizin in Form von halb- und ganztägigen Praktika und Projektwochen durchgeführt.

Ablauf der Veranstaltung:

Im Rahmen der eintägigen Veranstaltungen in einem Schülerlabor auf dem Gelände des Forschungszentrums experimentieren die Lernenden zu verschiedenen Themenbereichen der Chemie und Mikrobiologie. Bei eintägigen Veranstaltungen ist weder eine Besichtigung der Forschungslabore vorgesehen noch ist ein unmittelbarer Einblick in die Arbeitsbereiche des Forschungszentrums gegeben.

Kapitel 3

DAS THEMA MOLEKULARBIOLOGIE IM SCHÜLERLABOR

3.1 Inhaltliche Aspekte

3.2 Methodische Aspekte

3.3 Bezug zu den Lehrplänen

3.4 Zusammenfassung

Eine große Zahl von Schülerlaboren hat sich auf den Bereich der Molekularbiologie spezialisiert. In der Regel sind die Labore an entsprechende Forschungseinrichtungen bzw. Institute an Universitäten angegliedert. In Deutschland können nach den Angaben des Netzwerks „Genlabor & Schule“ mindestens 42 Schülerlabore als „Genlabor“ definiert werden (*Maxton-Küchenmeister & Dähnhardt, 2005*).

Im Folgenden sollen zunächst inhaltliche Aspekte dargestellt werden, um die besondere Relevanz des Themas aufzuzeigen. Anschließend wird auf die Bedingungen eingegangen, die das Thema Molekulargenetik für den Aufenthalt im Schülerlabor als besonders geeignet erscheinen lassen. Den letzten Teil des Kapitels bilden die Bezüge zu den Lehrplänen, anhand derer die Bedeutung des Themas für den Biologieunterricht in der Sekundarstufe II verdeutlicht wird.

3.1 INHALTLICHE ASPEKTE

Die neuere molekularbiologische Forschung war in den letzten beiden Jahrzehnten geprägt von den Möglichkeiten der DNA-Klonierung und den damit verbundenen gentechnologischen Forschungsperspektiven sowie der Sequenzierung ganzer Genome und den daraus resultierenden modernen biotechnologischen Anwendungen (*Brown, 2002*).

1985 wurde mit der Polymerasekettenreaktion eine Methode entwickelt, die nochmals ganz neue Forschungsrichtungen begründete und vor allen Dingen ganz neue Anwendungsgebiete der Molekularbiologie in Bereichen wie Medizin, Ökologie, Archäologie und Evolutionsforschung möglich machte.

Die Polymerasekettenreaktion gehört heute zu den Standardverfahren der Molekularbiologie mit zahlreichen Anwendungskontexten.

Die im Bereich der Molekulargenetik arbeitenden Schülerlabore unterscheiden sich untereinander kaum in ihren Konzepten und Angeboten und ermöglichen den Lernenden die Durchführung von Experimenten mit den heute auch in Forschungslaboren üblichen Verfahren und Geräten. So gehört in nahezu allen Schülerlaboren mit molekularbiologischem Schwerpunkt die Polymerasekettenreaktion zu den Standardangeboten für Schü-

ler. Damit verbunden ist die Möglichkeit der Thematisierung vielfältiger Anwendungskontexte während des Aufenthalts, auf die im Folgenden eingegangen wird, sofern sie auch in den untersuchten Schülerlaboren thematisiert werden.

3.1.1 Die Polymerasekettenreaktion PCR

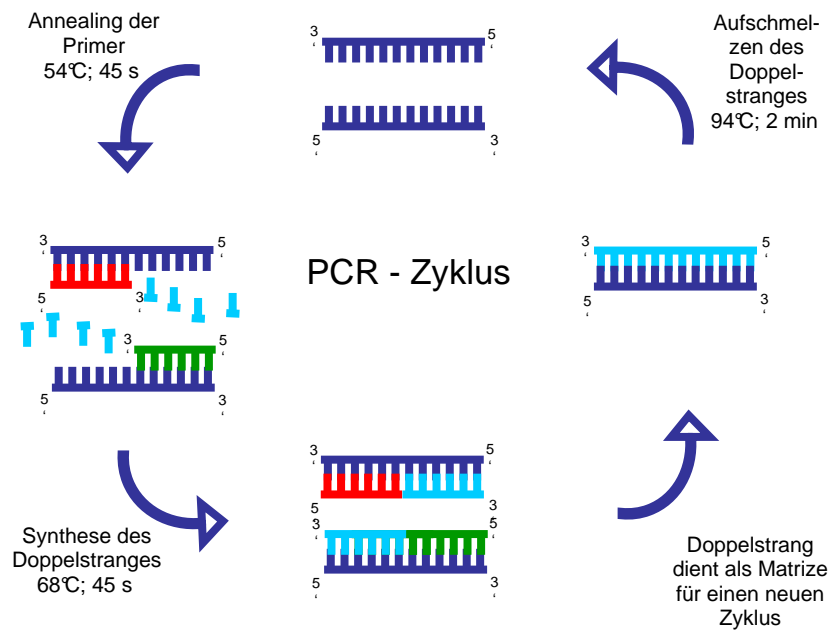
Die Polymerasekettenreaktion (PCR, polymerase chain reaction) ist eine relativ neue, 1985 von Kary Mullis entwickelte Methode. Sie stellte eine Erweiterung der Möglichkeiten der DNA-Analyse dar und führte zu neuen Anwendungsgebieten für die Molekularbiologie. Erfolg und Bedeutung der PCR-Methode werden auch daran sichtbar, dass K. Mullis bereits kurze Zeit nach der Entwicklung der Methode (1985) im Jahr 1993 den Nobelpreis erhalten hat.

Die PCR ist eine Technik, mit der jedes DNA-Stück *in vitro* sehr schnell vervielfältigt werden kann (innerhalb weniger Stunden). Die PCR ermöglicht, ähnlich der Klonierung, die Darstellung eines Gens in reiner Form. Anders als in Klonierungsverfahren entfällt jedoch der Einbau des zu vermehrenden DNA-Abschnitts über einen Vektor in einen Fremdorganismus. Außerdem wird die Selektion des gewünschten Produkts überflüssig, da im PCR-Verfahren ein genau definierter DNA-Abschnitt kopiert wird. Das führt insgesamt zu einer enormen Zeitersparnis (Stunden für eine PCR gegenüber u. U. Wochen für eine Klonierung (*Brown, 2002*)), stellt aber auch eine Einschränkung in der Anwendungsmöglichkeit der Methode dar, da lediglich definierte und damit bekannte Sequenzen vervielfältigt werden können.

Methode der Polymerasekettenreaktion (PCR)

Das Ausgangsmaterial für eine PCR ist doppelsträngige DNA, die durch Erhitzen auf 94°C in die beiden Einzelstränge getrennt (denaturiert) wird. Diese enthalten die zu vermehrende DNA-Sequenz. Als Katalysator der Reaktion wird DNA-Polymerase zugefügt sowie spezifische Primer (Oligonucleotide), die bei einer Temperatur von ca. 54°C an den Beginn und das Ende der zu vervielfältigenden Sequenz binden. Startend im Bereich der Primer werden mit Hilfe der DNA-Polymerase bei einer Temperatur von 70°C die ebenfalls zugefügten Nucleotide komplementär zum ursprünglichen DNA-Strang angehängt und ein neuer Doppelstrang wird gebildet.

Charakteristisch für die PCR sind diese zuvor beschriebenen drei verschiedenen Temperaturbereiche, die zyklisch genau erreicht werden müssen, um die Reaktion bis zur gewünschten Vermehrungsrate (ca. 25 - 50 mal) zu wiederholen.



rot und grün: forward-Primer und reverse-Primer
 hellblau: Nucleotide; dunkelblau: Doppelstrang DNA als Ausgangsmaterial

Abbildung 3.1: Schema der Polymerase-Kettenreaktion PCR

Nach 30 Zyklen (jeweils etwa 3-4 Minuten lang) (vgl. Abb. 3.1) sind 2^{30} Kopien der DNA-Sequenz entstanden und können nach ihrer Isolierung weiter untersucht werden. Die Hitzestabilität der Taq-Polymerase aus thermophilen Bakterienstämmen ist eine wesentliche Voraussetzung für die problemlose Durchführung der PCR, da andernfalls in jedem Zyklus nach der Denaturierung der DNA neue Polymerase zugesetzt werden müsste.

Entscheidend für das Gelingen der PCR ist die sinnvolle Auswahl der Primer, die den Start- und Endpunkt der zu vermehrenden DNA-Sequenz definieren. Zunächst ist die Sequenz der Primer in Abhängigkeit von der Sequenz des zu vermehrenden DNA-Abschnitts zu ermitteln. Dabei müssen die beiden Primer nicht identisch, sondern komplementär zum Matrizenstrang sein. Die Länge der Primer ist von entscheidender Bedeutung. Sind sie zu kurz, ist keine ausreichende Spezifität gegeben und sie hybridisieren auch an unerwünschten Stellen, so dass auch falsche Abschnitte vermehrt werden (*Brown, 2002*). Für das menschliche Genom mit 3000000 Basenpaaren kann man z. B. davon ausgehen, dass ein Primer aus 8 Nucleotiden alle 4^8 , d. h. alle 65536 bp eine Anheftungsstelle findet. Das entspricht 46000 Stellen im menschlichen Genom. Eine PCR auf dieser Grundlage kann deshalb nicht zu einem einheitlichen PCR-Produkt führen.

Besteht der Primer dagegen aus 17 Nucleotiden kann man damit rechnen, dass er nur alle 4^{17} bp = 17179869184 bp auf eine Hybridisierungsstelle trifft. Diese Zahl ist mehr als fünfmal größer als die Gesamtzahl der Basen im menschlichen Genom, so dass man höchstens eine Hybridisierungsstelle erwartet (*Brown, 2002*).

Die Vervielfältigung der DNA mit der PCR-Methode ist in der Regel lediglich ein Zwischenschritt, und die PCR-Produkte werden weiter untersucht. Drei Verfahren sind besonders wichtig:

- Gelelektrophorese,
- Klonierung des PCR-Produkts,
- Sequenzierung des PCR-Produkts.

Im Schülerlabor schließt sich an die PCR in der Regel eine Gelelektrophorese an. Nur dieses Verfahren wird deshalb an dieser Stelle vorgestellt.

3.1.2 Gelelektrophorese

Eine Gelelektrophorese bietet die Möglichkeit, DNA-Fragmente aufgrund ihrer Länge aufzutrennen. Dazu wird an ein Agarosegel eine elektrische Spannung angelegt und die zu analysierenden DNA-Fragmente zugegeben. Weil die DNA eine negative elektrische Ladung trägt, bewirken die elektrische Spannung des Gels und dessen besondere Porenstruktur, dass unterschiedlich lange DNA-Abschnitte mit einer unterschiedlichen Geschwindigkeit durch das Gel zum Pluspol wandern. Ein mitlaufender Größenmarker bekannter Sequenzen ermöglicht die Feststellung der Größe des vervielfältigten DNA-Abschnitts. Unterschiede in der Zusammensetzung des Gels ermöglichen eine passende Auftrennung von DNA-Fragmenten unterschiedlicher Größenordnung (*Brown, 2002*). Nachdem die DNA durch das Gel gelaufen ist, werden durch eine Färbung (häufig mit Ethidiumbromid) die Banden sichtbar und auswertbar.

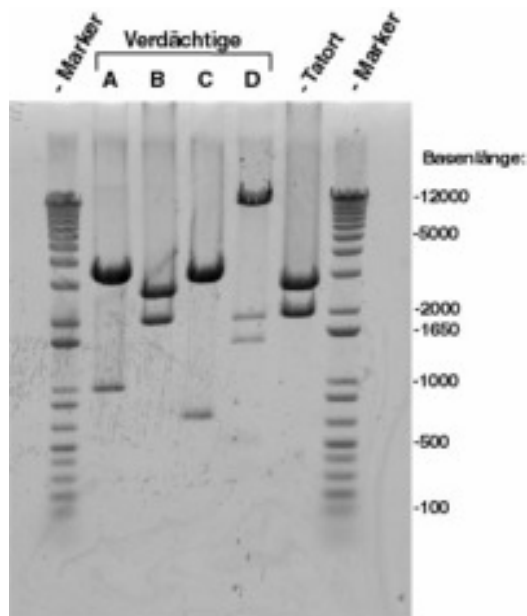


Abbildung 3.2: Ergebnis der Gelelektrophorese (Täter-Tatort-Abgleich in der Forensik).

Quelle: www.biochemie.uni-freiburg.de/nat-w/images/dna-fingerprint.jpg

Als Ergebnis einer Gelelektrophorese nach einer PCR erwartet man zunächst eine einzige Bande, das vervielfältigte DNA-Fragment. Man kann jedoch weitere Aufschlüsse gewinnen, indem man das PCR-Produkt vor der Gelelektrophorese mit Restriktionsenzy-

men (s. Kap. 3.1.3) versetzt. Durch die folgende Gelelektrophorese werden dann z. B. vorhandene Restriktionsfragment-Längenpolymorphismen sichtbar. Diese sind z. B. für den Nachweis genetisch bedingter Erkrankungen von großer Bedeutung (*Brown, 2002*). Nach einer Restriktionsspaltung ergibt das Bandenmuster der unterschiedlich langen DNA-Fragmente mehrerer verschiedener (Vergleichs-)Proben Hinweise darauf, ob es sich bei diesen um identische DNA handelt. Dazu müssen (z. B. bei Untersuchungen in der Forensik oder zum Nachweis einer Vaterschaft) alle Banden des Gels bei zwei Proben übereinstimmen (vgl. Abb. 3.2).

3.1.3 Restriktionsenzyme (Restriktionsendonucleasen) und Restriktionsspaltung

Restriktionsenzyme sind in der Lage, DNA-Sequenzen an definierten Schnittstellen zu schneiden. Diese für die verschiedenen Restriktionsenzyme charakteristischen Erkennungssequenzen haben eine Länge von vier bis sechs Basen. Nur dort kann die DNA von ihnen geschnitten werden. Restriktionsenzyme stammen aus Bakterien, wo ihre natürliche Funktion darin besteht, die DNA eingedrungener Bakteriophagen zu schneiden und damit unschädlich zu machen. Ihre eigene DNA schützen die Bakterien durch Methylierung an der DNA, die eine Reaktion mit den Enzymen verhindert.

Die Zahl der Restriktionserkennungsstellen in einem DNA-Molekül lässt sich berechnen. Ein Restriktionsenzym mit einer Erkennungssequenz von vier Basen sollte rein rechnerisch alle 4^4 , d. h. alle 256 Basen auf eine passende Schnittstelle treffen. In der Realität sind die Basen und demnach auch die Schnittstellen nicht regelmäßig in der DNA angeordnet, weshalb die Zahl der potentiellen Schnittstellen immer nur Annäherungswerte liefert. Benannt sind die Restriktionsenzyme nach den Bakterien, aus denen sie stammen (z. B. EcoRI aus *Escherichia coli*).

Der Ablauf der Restriktionsspaltung ist relativ einfach und dauert ca. eine Stunde. DNA wird in einem Reaktionsgefäß mit geringen Mengen NaCl und $MgCl_2$ versetzt und mit dem Restriktionsenzym gemischt. Die Inkubationstemperatur beträgt in der Regel 37 °C. Ist die Reaktion beendet (durch kurzzeitiges Erhitzen) müssen die entstandenen DNA-Schneideprodukte getrennt und identifiziert werden. Dies geschieht in einer Gelelektrophorese (vgl. Kap. 3.1.2).

Ursprünglich wurde die Restriktionsspaltung genutzt, um genetische Fingerabdrücke herzustellen. Dabei machte man sich die Tatsache zunutze, dass im Genom eine Reihe von Polymorphismen (vgl. Kap. 3.1.4) vorhanden sind, d. h. Stellen, an denen die Nucleotidsequenz nicht bei allen Angehörigen einer Population gleich lang ist. Schneiden Restriktionsenzyme diese Bereiche, entstehen DNA-Fragmente unterschiedlicher Länge, die in einer anschließenden Gelelektrophorese verschiedene Bandenmuster entstehen lassen (*Brown, 2002*).

3.1.4 Anwendungskontexte

Für die hier vorgestellten Methoden lassen sich zahlreiche Anwendungsgebiete darstellen. Einige, die auch in den untersuchten Schülerlaboren thematisiert werden, sind Gegenstand der folgenden Erläuterungen. Sie beruhen überwiegend auf der Untersuchung vorhandener genetischer Polymorphismen, auf die deshalb an dieser Stelle kurz eingegangen wird.

Polymorphismen als individuelle Merkmale. Bei höheren Organismen und auch beim Menschen sind nur 4 % des Genoms codierende DNA. Mutationen einzelner Basen in diesem Bereich bleiben nur erhalten, sofern sie die Überlebensfähigkeit des Organismus nicht beeinträchtigen bzw. verbessern. Eine Mutation in den nicht-codierenden Bereichen bleibt dagegen grundsätzlich erhalten und wird weitervererbt.

Dies führt zur Bildung sich wiederholender repetitiver Basensequenzen, den sogenannten Polymorphismen. Je nach Länge bezeichnet man diese Wiederholungssequenzen als Satelliten (bis einige Tausend Basenpaare), VNTRs (variable number of tandem repeats) mit 9 -100 Basenpaaren, STRs (short tandem repeats) mit 1-6 Basenpaaren und SNPs (Einzelnucleotid-Polymorphismen). Insgesamt gibt es im menschlichen Genom mehrere Millionen solcher polymorpher Stellen (*Brown, 2002*).

Die unterschiedliche Zahl der Wiederholungen beruht auf fehlerhaften Replikationen, die häufig zu einer Vermehrung, teilweise aber auch zu einer Abnahme der polymorphen Basensequenzen führt. Fast alle Menschen sind in Bezug auf diese Polymorphismen heterozygot, d. h. sie besitzen unterschiedlich lange Allele. Die große Zahl polymorpher Bereiche und deren individuelle Variabilität bezüglich der Zahl der Wiederholungssequenzen bedingt eine hohe Spezifität dieser Bereiche.

Forensik

Ein Anwendungskontext gentechnischer Methoden, der immer wieder in den Medien thematisiert wird, ist die Aufklärung von Straftaten in der Kriminalistik und Gerichtsmedizin. Personen können anhand von Tatortspuren identifiziert werden, sofern auch nur eine geringe Menge DNA vorliegt, die analysiert werden kann. In Anlehnung an das früher übliche Verfahren zur Spurensicherung durch die Abnahme von Fingerabdrücken spricht man in diesem Fall von „Genetischen Fingerabdrücken“. Diese sind, außer bei eineiigen Zwillingen, ebenso einmalig wie herkömmliche Fingerabdrücke.

Ursprünglich wurden für genetische Fingerabdrücke die beschriebenen repetitiven Basensequenzen (Polymorphismen), die im menschlichen Genom hypervariabel verstreut liegen, analysiert. Eine dazu durchgeführte Restriktionsspaltung und anschließende Gelelektrophorese sowie eine Hybridisierung mit einer markierten Sonde der Wiederholungssequenz ergibt typische, für jeden Menschen einmalige Bandenmuster (RFLP (Restriktionsfragment-Längenpolymorphismen-Muster)). Diese entstehen dadurch, dass die Restriktionsenzyme zwar bei jeder DNA-Probe an der gleichen Stelle schneiden, die Bereiche zwischen den Schnittstellen jedoch aufgrund der dazwischen liegenden Polymorphismen unterschiedlich lang sind.

Eine Weiterentwicklung der Methodik des genetischen Fingerabdrucks führte zur Verwendung der kurzen polymorphen Sequenzen (short tandem repeats STRs), die mit einer Länge von bis zu 13 Nucleotiden in unterschiedlicher Wiederholungsrate (bis zu 10 Variationen in der Gesamtbevölkerung) vorliegen. Für die bereits bekannten Sequenzen dieser Polymorphismen lassen sich passende Primer konstruieren, die entsprechenden DNA-Abschnitte dann mittels einer PCR vervielfältigen und anschließend in einer Gelelektrophorese auftrennen. Man erkennt die beiden Allele und kann die Zahl der repetitiven Sequenzen bestimmen. Diese Art der DNA-Typisierung ist sehr empfindlich und beweiskräftig. Um eindeutige Zuordnungen zu Personen treffen zu können, die vor Gericht Bestand haben, muss man neun verschiedene STRs einer DNA-Probe analysieren (*Brown, 2002*). Statistisch gesehen kann unter diesen Vorgaben zwischen zwei Individuen keine zufällige Übereinstimmung mehr auftreten.

Vaterschaftsnachweis

Ähnlich wie in der Forensik lassen sich DNA-Typisierungen anhand analysierter Wiederholungsraten von spezifischen polymorphen Sequenzen (STRs) auch zur Feststellung von Verwandtschaftsverhältnissen nutzen. In diesem Fall liefert ein Vergleich von neun STRs bei deren Übereinstimmung eine ausreichende Wahrscheinlichkeit, dass man die Verwandtschaft als gegeben ansehen kann. Sowohl forensische Aspekte als auch fiktive Vaterschaftsnachweise werden in den Schülerlaboren als thematische Einbettung für die durchgeführten Methoden genutzt.

Diagnostik von Krankheiten

Virale Erkrankungen können durch die PCR-Methode mit anschließender Analyse des Produkts erkannt werden, indem man diese virale DNA vervielfältigt. Diese Analyse kann sofort nach der Infektion erfolgen, oft Tage oder Wochen vor dem Auftreten der Symptome. Das Verfahren der PCR ist so z. B. auch in der Lage, kleinste Mengen des HIV-Virus nachzuweisen und verkürzt so das übliche Zeitfenster zwischen der Infektion und deren Nachweis (Zeitpunkt, zu dem erstmals Antikörper nachweisbar sind: nach ca. 12 Wochen) wesentlich.

Diagnostik von Erbkrankheiten

Die Erkennung von Erbkrankheiten in einem vorliegenden Genom kann durch den Einsatz einer PCR erfolgen. Jedes Gen, das in Frage kommt, kann durch eine PCR mit den entsprechenden Primern vervielfältigt und anschließend sequenziert werden.

Am Beispiel der Krankheit Chorea Huntington, anhand derer neben medizinischen auch ethische Fragestellungen mit den Schülern thematisiert werden können, wird die Diagnostik von Erbkrankheiten unter Anwendung des PCR-Verfahrens beschrieben.

Chorea Huntington ist eine neurologische Erkrankung, die mit einer Degeneration von Neuronen im Corpus striatum und im Cortex einhergeht. Fünf von 100000 Menschen sind betroffen. Die Erkrankung wird autosomal dominant vererbt, so dass für jeden Nachkommen eines Anlageträgers eine 50%ige Wahrscheinlichkeit besteht, das verän-

derte Gen geerbt zu haben. Erste Anzeichen der Erkrankung treten in der Regel zwischen dem 35. und 45. Lebensjahr auf. Kennzeichen der Krankheit sind Bewegungsunruhe und psychische Veränderungen der Persönlichkeit bis hin zur Demenz.^{4,5}

Das Gen für Chorea Huntington liegt auf dem Chromosom 4. Ursache für die Huntington Krankheit ist eine Verlängerung der CAG-Trinucleotidwiederholung im codierenden Bereich des Huntington-Gens. Bei gesunden Personen finden sich 10 - 34 aufeinander folgende CAG-Wiederholungen, wogegen bei erkrankten Patienten 40 bis über 100 solcher CAG-Repeats nachgewiesen wurden. In einem Bereich zwischen 31 und 39 CAG-Kopien sind in einigen Fällen sichere Aussagen nicht möglich und die Träger dieser Repeatanzahl können sowohl erkranken als auch gesund bleiben.

Zur Diagnostik wird der bekannte CAG-Abschnitt des Huntington-Gens mittels PCR vervielfältigt. Die Längenbestimmung des PCR-Produkts und die damit bestimmbare Anzahl der CAG-Nucleotid-Wiederholungen erfolgt mittels Gelelektrophorese. Anschließend kann die Erbanlage diagnostiziert werden. Eine besondere ethische Problematik ergibt sich durch die in der Regel späte Erkrankung der Träger der Huntington-Krankheit und die für mögliche Betroffene schwierige Entscheidung für oder gegen einen frühzeitigen genetischen Test.

Da der Nachweis von Chorea Huntington einem normalen Ablaufschema von PCR und anschließender Gelelektrophorese entspricht, wird dieses Verfahren zum Nachweis von Erbkrankheiten auch im Schülerlabor thematisiert und als fiktiver Nachweis von Erbkrankheiten von den Lernenden durchgeführt.

Aspekte der Evolutionsbiologie

Die beschriebenen Methoden der Molekularbiologie werden heute auch eingesetzt, um evolutionsbiologische Fragestellungen zu bearbeiten. Nachdem bisher ausschließlich fossile Funde und deren morphologische Beschaffenheit als Informationsquellen über ausgestorbene Lebewesen dienen konnten, sind Paläogenetiker nun in der Lage, Genome ausgestorbener Organismen zu rekonstruieren. Dabei werden mittels der molekulargenetischen Techniken auch kleinste Spuren von DNA untersucht, die in fossilen Knochen noch enthalten sind.

Um die Evolution des Menschen zu rekonstruieren nutzen Wissenschaftler die DNA, die in den Mitochondrien enthalten ist. Inzwischen ist es auf diese Weise möglich, das Genom des Neandertalers mit dem des modernen Menschen zu vergleichen um Aussagen darüber zu treffen, ob und inwieweit sich beide Menschentypen vermischt haben⁶. Wie mittels PCR und anschließender Gelelektrophorese die DNA von Neandertaler und modernem Menschen verglichen und analysiert werden kann, wird auch in einem der untersuchten Schülerlabore thematisiert und den Schülern als Anwendungskontext molekulargenetischer Methoden vermittelt.

⁴ <http://www.dhh-ev.de>

⁵ <http://www.dhgp.de/media/xpress/xpress2/bericht.html>

⁶ www.Wissenschaft-online.de/abo/ticker/710575

3.2 METHODISCHE ASPEKTE

Zeit

Die beschriebenen Methoden lassen sich alle während eines eintägigen Aufenthalts in einem Schülerlabor durchführen. Sowohl eine PCR als auch eine Restriktionsspaltung können von den Schülern in einem Zeitraum von 1 - 3 Stunden bearbeitet werden. Im Anschluss an die PCR und die Restriktionsspaltung bietet auch ein eintägiger Aufenthalt die Möglichkeit, die Produkte beider Verfahren in einer Gelelektrophorese aufzutrennen und das Endergebnis zu analysieren. Damit sind die Lernenden in der Lage, die molekulargenetischen Verfahren vollständig und selbständig durchzuführen.

Geräte

Der Unterricht in Genetik bietet in der Sekundarstufe II kaum Möglichkeiten zur experimentellen Tätigkeit der Schüler. Speziell entwickelte Experimentier-Kits kommen aufgrund finanzieller und logistischer Aspekte in den Schulen kaum zur Anwendung. Schülerlabore bieten gerade im Bereich der Molekularbiologie neue Möglichkeiten.

Alle in den untersuchten Schülerlaboren von den Lernenden durchgeführten Experimente gehören zu den zentralen, auch in den entsprechend ausgerichteten Forschungslaboren üblichen, molekulargenetischen Methoden. Die Lernenden erhalten so die Möglichkeit, authentische Wissenschaft zu erleben sowie die einschlägigen Methoden selbst durchzuführen. Gleichzeitig können sie gegebenenfalls einen Bezug herstellen zu den im Unterricht vermittelten zugrunde liegenden Konzepten der Molekularbiologie.

Schülerlabore bieten den Schülern eine mit professionellen Geräten (z. B. PCR-Thermocycler) ausgestattete Laborumgebung. Gleichzeitig kann bei den vorgestellten Methoden gewährleistet werden, dass die Schüler nicht durch die Bedienung komplizierter Apparaturen überfordert werden. Alle genannten Verfahren können erfahrungsgemäß auch von unerfahrenen Schülern durchgeführt werden. PCR und Restriktionsspaltung erfordern im Wesentlichen genaues Arbeiten (Pipettieren) und den sorgfältigen Umgang mit kleinsten Substanzmengen. Auch das Gießen der Gele für die Gelelektrophorese können Schüler unter Anleitung selbst durchführen. Das Beladen der Gele wird ebenfalls von den Lernenden übernommen. Insgesamt werden alle Arbeitsschritte für die vorgestellten Verfahren von den Schülern (nach schriftlicher Anleitung) eigenständig durchgeführt und durch den betreuenden Wissenschaftler im Labor lediglich angeleitet bzw. demonstriert. Der die Gelelektrophorese abschließende Schritt des Färbens mit Ethidiumbromid kann aus Sicherheitsgründen (mutagene Wirkung) nicht von den Schülern durchgeführt werden.

3.3 BEZUG ZU DEN LEHRPLÄNEN

Mit der wachsenden Bedeutung biotechnologischer bzw. gentechnologischer Forschungen und der Erkenntnis der gesellschaftlichen Relevanz dieser Themen wurde die Notwendigkeit erkannt, diese Aspekte auch in den Biologieunterricht zu integrieren. Auf europäischer Ebene gründete sich 1991 eine Initiative mit diesem Schwerpunkt (European Initiative for Biotechnology Education (EIBE)⁷ und dem Ziel, über eine Thematisierung biotechnologischer Themenfelder im Biologieunterricht ein vertieftes Verständnis für dieses neue Forschungsfeld zu erreichen und damit eine Voraussetzung zu schaffen für eine breite Diskussion der gesellschaftlich relevanten Aspekte der Biotechnologie auf der Basis ausreichender Information (Bayrhuber, Garvin et al., 2000). Heute sind die im vorigen Abschnitt beschriebenen molekulargenetischen Methoden in den Lehrplänen der meisten Bundesländer verankert. In erster Linie wird im Folgenden auf den Lehrplanbezug für das Land Schleswig-Holstein eingegangen, weil hier die vorliegende Studie durchgeführt wurde. Der Lehrplan sieht vor, dass Lernende der Sekundarstufe II einen Einblick in moderne gentechnische Methoden erhalten sollen. Die im Lehrplan genannten Verfahren PCR, DNA-Schneidetechnik mit Restriktionsenzymen und Gelelektrophorese und die genannten Anwendungsgebiete „genetischer Fingerabdruck“ und „genetischer Abstammungsnachweis“ sind alle Bestandteil der Konzepte der untersuchten molekularbiologisch ausgerichteten Schülerlabore und bilden den inhaltlichen Schwerpunkt des Aufenthalts im Schülerlabor. Somit sind die thematischen Inhalte und die Experimente der Schüler im Schülerlabor sämtlich lehrplanrelevant für die Lernenden der Sekundarstufe II. Daneben stellt der Lehrplan für Biologie in der Sekundarstufe II ausdrücklich eine Verbindung der Inhalte und Methoden der Genetik zu zahlreichen Verknüpfungen und Anwendungsbezügen aus Medizin, Pharmazie, Zellkulturtechnik und Pflanzenzucht her, wie sie in Kap. 3.1.4 beschrieben wurden. Die Untersuchung und Änderung des Erbmaterials mit den Methoden der Gentechnik und die damit verbundenen möglichen Verbesserungen der Lebensgrundlage des Menschen, aber auch die Gefahren und Risiken dieser Methoden müssen nach den Vorgaben des Lehrplans den Lernenden aufgezeigt werden (Ministerium f. Bildung, 2002). In Nordrhein-Westfalen sind die genannten molekularbiologischen Themen ebenfalls in den verbindlichen Vorgaben für den Unterricht in der Oberstufe thematisiert⁸, und sind darüber hinaus als verbindliche und abiturrelevante Unterrichtsinhalte festgelegt worden. Sowohl die molekularen Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung als auch angewandte Aspekte der Genetik werden als obligatorische Unterrichtsinhalte vorgegeben. Explizit genannt werden die „Werkzeuge und Verfahrensschritte der Genetik am Beispiel der PCR und des genetischen Fingerabdrucks“ (für Grund- und Leistungskurs).

Die Verbindung molekularbiologischer Methoden mit der Evolutionslehre, die in einem der untersuchten Schülerlabore am Beispiel der Entwicklung des Neandertalers und dem

⁷ EIBE ist Herausgeber einer CD-Rom mit Unterrichtsmaterialien zur Biotechnologie.

⁸ Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen, Frechen 1999

Vergleich des Erbguts mit dem des rezenten Menschen thematisiert wird, hat ebenfalls Eingang gefunden in die Lehrpläne für die Sekundarstufe II. Im Bundesland Hamburg wurden diese fächerübergreifenden Aspekte z. B. in einer entsprechenden Aufgabe für das Zentralabitur berücksichtigt und dabei das Wissen um den Ablauf der PCR sowie die molekulargenetischen Grundlagen als Schwerpunktthema des Genetik-Unterrichts und somit als Grundlagenwissen vorausgesetzt⁹. Im Rahmen der Thematisierung gentechnischer Methoden ergibt sich auch die Notwendigkeit, Anwendungsgebiete dieser Methoden einer ethischen Reflexion zu unterziehen. Konkret werden im Lehrplan Schleswig-Holsteins der Nachweis der Vaterschaft sowie die Diagnose von Erbkrankheiten (z. B. Chorea Huntington) genannt, beides Anwendungskontexte gentechnischer Verfahren, die auch im Schülerlabor thematisiert werden und deren praktische Durchführung im außerschulischen Lernort neue Impulse zur Unterrichtsgestaltung geben kann.

Mit den Anwendungskontexten, die sowohl als Thema im Unterricht, aber auch im Schülerlabor behandelt werden, kann es gelingen, den Schülern den Bezug zwischen dem im Unterricht vermittelten lehrplanrelevanten Konzeptwissen und aktuellen Forschungsaspekten der Molekularbiologie aufzuzeigen. Zu erwarten sind hier insbesondere motivationale Wirkungen bei den Lernenden, die für die Aspekte „Kontextbezug“ und „Authentizität“ sowie das „Experimentieren“ in Kapitel 5 beschrieben werden. Dort wird auch auf empirische Studien zum Interesse an Molekularbiologie und Gentechnik eingegangen, deren methodische Herangehensweise für die vorliegende Studie teilweise übernommen wurde.

3.4 ZUSAMMENFASSUNG

In den untersuchten molekularbiologisch ausgerichteten Schülerlaboren haben die Schüler die Möglichkeit, einige der heute wichtigsten Methoden der Molekularbiologie selbstständig durchzuführen. Deren Ablauf wird beschrieben und ihre Bedeutung für die molekularbiologische Forschung dargelegt. Wissenschaftliche Fragestellungen, die mithilfe dieser Methoden bearbeitet werden und auch im Schülerlabor thematisiert werden, zeigen, dass die Experimente im Schülerlabor einen direkten Bezug zur aktuellen Forschung in diesem Bereich besitzen. Gleichzeitig ist ein enger fachdidaktischer Bezug dadurch gegeben, dass die Methoden und Konzepte der Experimente im Schülerlabor sämtlich in den Lehrplänen der meisten Bundesländer verankert sind. Im Schülerlabor haben die Lernenden die Möglichkeit, vielfältige Anwendungskontexte kennen zu lernen, bzw. die Methoden im Rahmen anwendungsorientierter Fragestellungen durchzuführen. Da im Rahmen dieser Arbeit die Interesse fördernden Aspekte der Schülerlabore den Schwerpunkt bilden, werden in Kapitel 5.3.5 Ergebnisse empirischer Arbeiten zum Inte-

⁹ (www.mint-hamburg.de/abitur/Biologie.pdf).

resse an Gentechnik beschrieben, die auch Grundlage der Erhebung des Interesses an Molekularbiologie in der vorliegenden Studie sind.

THEORETISCHER RAHMEN

Aus fachdidaktischer Perspektive sind Schülerlabore von Interesse, weil in den Konzeptionen dieser neuartigen Lernumgebungen drei wesentliche Aspekte des naturwissenschaftlichen Unterrichts gleichzeitig realisiert sind: **Experimentieren, Kontextorientierung und Authentizität/situiertes Lernen**. Diese Gestaltungsmerkmale sind bisher jeweils einzeln als Methoden des naturwissenschaftlichen Unterrichts empirisch untersucht worden.

Ergebnisse dieser Studien sowie die ihnen zugrunde liegenden theoretischen Annahmen werden im Folgenden in Hinblick auf die Bedingungen der Schülerlabore einzeln dargestellt:

- Experimentieren in Kapitel 4.1- 4.4,
- Kontextorientierung in Kapitel 4.5,
- Authentizität/situiertes Lernen in Kapitel 4.6.

Anschließend wird in Kapitel 5 auf das **Interesse an den Naturwissenschaften** als Zielsetzung in der Konzeption der Schülerlabore fokussiert.

Nach der theoretischen Herleitung des Interessenkonstrukts und seinen Beziehungen zu den Motivationstheorien wird auf Studien zum Interesse an den Naturwissenschaften eingegangen (Kap. 5.3).

Es werden empirische Studien ausgewertet, die Persönlichkeitsmerkmale der Lernenden (Alter, Geschlecht, Selbstkonzept) und ihre Beziehung zum Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern thematisieren. Studien zum fachlichen Interesse am Thema Molekularbiologie als weiteren interesserelevanten Aspekt werden im Anschluss daran dargestellt.

Mit Bezug auf die theoretisch abgeleiteten und empirisch belegten Beziehungen zwischen den Bedingungen der Schülerlabore und dem Interesse an den Naturwissenschaften als Zielvariable wird der theoretische Rahmen dieser Arbeit zusammengeführt und schließt das Kapitel 5 ab.

Kapitel 4

BEDINGUNGEN DER LERNUMGEBUNG SCHÜLERLABOR

- 4.1 Experimentieren im Schülerlabor
- 4.2 Zur Didaktik des Experimentierens im Unterricht
- 4.3 Kritische Betrachtung von Experimentieren und Labwork
- 4.4 Zusammenfassendes Fazit zum Experimentieren
- 4.5 Kontextorientierung im Schülerlabor
- 4.6 Authentizität / situiertes Lernen im Schülerlabor

„TO MANY STUDENTS, “A LAB” MEANS MANIPULATING
EQUIPMENT BUT NOT MANIPULATING IDEAS“

(LUNETTA, 1998)

4.1 EXPERIMENTIEREN IM SCHÜLERLABOR

Experimentieren gilt als fester und zentraler Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts und hat unter dem Aspekt „Erkenntnisgewinnung“ bzw. „Wissenschaftspropädeutik“ in die Bildungsstandards und die Kerncurricula für die naturwissenschaftlichen Fächer Eingang gefunden. Obwohl seit Beginn des 20. Jahrhunderts im naturwissenschaftlichen Unterricht etabliert und mit konkreten Zielsetzungen für das Lernen in den Naturwissenschaften verbunden, ist das Experimentieren im Unterricht nicht unumstritten und wird bereits von *Horton* (1930) in seinem Wert für den Lernprozess kritisch diskutiert. In den folgenden Jahrzehnten wechselte die Bedeutung des Schülerexperiments im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig. Schließlich erhielt das Experimentieren als Laboratory work (bzw. Labwork oder Practical work) im angloamerikanischen Sprachraum zu Beginn der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts im Zusammenhang mit bedeutenden Curriculumänderungen eine zentrale Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht (*Hodson*, 1993). Mittlerweile liegen insbesondere aus diesen Ländern zahlreiche empirische Forschungsarbeiten vor, die das Experimentieren der Schüler unter verschiedenen unterrichtsrelevanten Aspekten analysieren und kritisch hinterfragen.

Auch für den Bereich außerschulischen Lernens im Schülerlabor gilt das selbständige Experimentieren der Lernenden als zentrale Methode und wesentliches Gestaltungsmerkmal des Aufenthalts und ist deshalb in seiner Bedeutung bei der Evaluation der Lernumgebung Schülerlabor zu berücksichtigen.

Im Folgenden wird die Bedeutung des Experiments als wissenschaftliche Erkenntnismethode und als didaktisch begründete Methode für den naturwissenschaftlichen Unterricht dargestellt. Verschiedene Zielsetzungen für einen experimentell geprägten Unterricht werden beschrieben. Internationale Arbeiten zur Bedeutung des Experimentierens werden insoweit dargestellt, als sie für die Analyse der experimentellen Tätigkeit im Schülerlabor relevant sind.

4.1.1 Das Experiment als Erkenntnismethode

Ganz allgemein wird unter einem **Experiment** ein

„planmäßiger und kontrollierter Versuch zur Überprüfung einer Fragestellung oder zur Aufklärung eines unklaren Sachverhalts“ verstanden (Meyer, 1989).

Das Experimentieren in den an Universitäten und Forschungsinstituten eingerichteten Schülerlaboren kann quasi als Schnittstelle zwischen wissenschaftlichen, forschungsrelevanten Experimenten und Unterrichtsexperimenten betrachtet werden. Im Hinblick auf die bearbeiteten Fragestellungen unter Anleitung von Wissenschaftlern sowie auf die äußeren Bedingungen (Labor, Geräte und Methoden) haben die Experimente einen hohen wissenschaftspropädeutischen Anspruch und können nicht zuletzt durch ihren ausdrücklichen Kontextbezug als vergleichsweise forschungsnah angesehen werden. Gleichzeitig müssen sie jedoch auch didaktischen Kriterien, wie sie für Unterrichtsexperimente gelten, genügen, um den Aufenthalt im Schülerlabor für die Zielgruppe Schüler angemessen zu gestalten und die mit den durchgeführten Experimenten verbundenen Zielsetzungen bei den Lernenden zu erreichen.

Einer Analyse der Bedeutung des Experimentierens für den naturwissenschaftlichen Unterricht wird zunächst eine kurze Betrachtung des Forschungsexperiments vorangestellt.

4.1.1.1 Das Forschungsexperiment

Das **Forschungsexperiment** ist eine zentrale Erkenntnismethode der Naturwissenschaften. In einem idealisierten Ablaufschema lässt es sich wie folgt darstellen (vgl. Scharfenberg, 2005; Klautke 1997, S. 324; Meyer, 1989):



Abbildung 4.1: ALLGEMEINES ABLAUSCHHEMA EINES FORSCHUNGSEXPERIMENTS (VERÄNDERT NACH KLAUTKE 1997, MEYER 1989, SCHARFENBERG 2005)

Sowohl *Tesch* (2005) als auch *Hodson* (1993) nehmen Bezug auf die Kategorisierung von *Medawar* (1969), der Experimente in folgender Weise (und unter Bezug auf die Namen bedeutender Wissenschaftler) charakterisiert (übersetzt nach *Hodson* (1993)):

1. **induktive (Baconische) Experimente**, in denen Beobachtungsdaten die Grundlage für Generalisationen und Theoriebildung bilden,
2. **deduktive (Kantsche) Experimente**, die Konsequenzen überprüfen, welche aus Veränderungen der Annahmen und Voraussetzungen in einem deduktiven Schema abgeleitet worden sind,

3. **kritische (Galileische) Experimente**, die sich zusammensetzen aus Aktionen zur Hypothesenprüfung durch Überprüfung der jeweiligen logischen Konsequenzen,
4. **demonstrative (Aristotelische) Experimente**, die dazu dienen, Theorien zu veranschaulichen und überzeugend darzustellen.

Für die empirischen Wissenschaften stellt sich der Erkenntnisprozess als iteratives Verfahren dar, in dem sich dem wahren Sachverhalt durch immer besser angepasste Hypothesen bis zur größtmöglichen Wahrscheinlichkeit genähert wird (*Klautke, 1997, S. 324*). *Induktion* und *Deduktion* sind dabei „eng verknüpft und lösen sich im Erkenntnisprozess mehrfach ab“ (*Eschenhagen, Kattmann et al., 2003, S. 55*). *Hypothesen* sind dabei definiert als „überlegte, explizit formulierte und prüfbare Vermutungen“ (*Mahner & Bunge, 2000, S. 76*), die grundsätzlich widerlegbar sind.

Die Beziehung zwischen Theorie und Experiment für den Prozess der Erkenntnisgewinnung ist Gegenstand zahlreicher wissenschaftstheoretischer Arbeiten und wird z. B. nach *Hodson (1993)* in ihrer Komplexität sowohl von zahlreichen Philosophen als auch von vielen Lehrenden unterschätzt. So gibt es durchaus Experimente, die gänzlich auf theoretischer Spekulation beruhen, Theorien können aus theoretisch wenig begründeten Experimenten generiert werden, und komplexe Theorien können oft nicht unmittelbar experimentell bestätigt werden. Gelegentlich entwickeln sich Theorie und Experiment in einer Wechselbeziehung weiter:

„experiments testing the empirical adequacy of the theory and guiding theory construction and modification by ‚filling in the gaps‘ and pointing out potentially fruitful avenues of investigation“ (Hodson 1993 S.115).

Naturwissenschaftliche Erkenntnis im Sinne einer kausalen Analyse kann nach *Klautke (1997)* nur durch ein hypothetisch-deduktives Verfahren der wiederholten Hypothesenprüfung erreicht werden. Grundsätzlich lässt sich jede Hypothese widerlegen und damit zumindest vorläufig falsifizieren. Eine endgültige Verifizierung im Sinne eines Beweises ist in diesem Verfahren nie möglich (vgl. *Popper, 1984*), allenfalls vorläufige Bestätigungen.

Auf eine vertiefende wissenschaftstheoretische und kritische Diskussion (dazu vgl. *Popper 1984; Falkenhausen, 1985; Hodson, 1993*) wird an dieser Stelle jedoch verzichtet, weil die Bedeutung des Experimentierens aus didaktischer Sicht, nicht aber das Wissenschaftsverständnis der Lernenden, im Fokus dieser Studie steht.

4.1.1.2 Das Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht

Das Experiment als die zentrale Erkenntnismethode in den Naturwissenschaften ist als solche auch Gegenstand des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Kenntnis, Anwendung und Reflexion wissenschaftlicher Arbeitsweisen ist eines der zentralen Bildungszie-

le des Unterrichts in Physik, Chemie und Biologie (vgl. *Hahn, Töpfer et al.*, 1970; *KMK Kultusministerkonferenz*, 1995).

In der fachdidaktischen Forschung werden Möglichkeiten und Grenzen des Experimentierens in Hinblick auf die Lernwirksamkeit untersucht. Experimente dienen im Unterricht ebenso wie in der Wissenschaft der Erkenntnisgewinnung, sie unterscheiden sich jedoch deutlich in der Konzeption und den Bedingungen, unter denen sie durchgeführt werden (*Füller*, 1992; *Eschenhagen, Kattmann et al.*, 2003, S. 240; *Berck*, 2001, S. 117; *Graf*, 2004, S. 126). So kommt für das Unterrichtsexperiment in der Schule häufig die induktive Methode zur Anwendung, wodurch nach Kircher et al. (2001, zitiert in Tesch, 2005) die Gefahr einer verzerrten Darstellung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen gegeben ist. Denn danach

- führt Beobachtung zuverlässig zu gesichertem Wissen,
- nehmen naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit Beobachtungen ihren Anfang,
- entwickeln sich Naturwissenschaften durch Induktion weiter,

Auch äußere Bedingungen wie Begrenztheit des verfügbaren Materials, Sicherheitsvorschriften und Unterrichtsdauer schränken die Möglichkeiten des Experimentierens im Unterricht deutlich ein. *Eschenhagen et al.* (2003) empfehlen, Experimente, die sich auf der Grundlage selbständiger Hypothesenbildung durch die Schüler ergeben, von solchen abzugrenzen, die allein zur Bestätigung bekannter Sachverhalte eingesetzt werden. Demzufolge wäre ein Experiment immer hypothesengeleitet, während ein Versuch zur Bestätigung bereits bekannter Sachverhalte eingesetzt wird (vgl. *Löwe*, 1992, S. 44). In der verwendeten Literatur werden die beiden Begriffe überwiegend synonym gebraucht, deshalb wird aus Gründen der besseren Verständlichkeit in der Folge grundsätzlich von Experimenten gesprochen und auf eine Unterscheidung der beiden Begriffe verzichtet. Auch im angloamerikanischen Sprachraum werden im Zusammenhang mit der experimentellen Tätigkeit der Lernenden verschiedene Begriffe verwendet. Der Ausdruck „*Labwork*“ oder „*Laboratory work*“ wird in der Regel in der amerikanischen Literatur verwendet und entspricht weitgehend dem in der angelsächsischen Literatur gebräuchlichen „*Practical work*“. In der Literatur werden beide Begriffe ebenfalls häufig synonym verwendet und lassen sich inhaltlich kaum gegeneinander abgrenzen, so dass sie auch in dieser Arbeit parallel verwendet werden.

4.2 ZUR DIDAKTIK DES EXPERIMENTIERENS IM UNTERRICHT

4.2.1 Zielsetzung des Experimentierens im Unterricht

Trotz einer Vielzahl empirischer Studien über einen längeren Zeitraum bleibt die Wirkung eines experimentell ausgerichteten naturwissenschaftlichen Unterrichts bis heute umstritten. *Woolnough* (1997) sieht die Ursache dieser Befunde in einer nicht immer klar definierten Zielsetzung für das Experiment im Unterricht:

„I would argue that much of this ineffectiveness has been caused by a fundamental, and long lasting, confusion and conflict between aims for doing practical work.“

Für den Biologieunterricht hat *Berck* (2001) die Bedeutung des Experimentierens folgenden sechs Zielkategorien zugeordnet:

- Einsichten in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gewinnen und positive Einstellungen dazu entwickeln,
- Erwerb von Fähigkeiten zum Experimentieren (Practical skills),
- deduktive und induktive Beweisführung erlernen,
- Fähigkeiten zum Lösen von Problemen entwickeln,
- naturwissenschaftliche Begriffe experimentell überprüfen, dadurch besser lernen,
- Interesse an Biologie fördern.

Ähnliche Ziele für den naturwissenschaftlichen Unterricht formulieren *Boud* (1973), *Boud, Dunn et al.* (1980) sowie *Lunetta* (1998).

Die Sicht der Lehrkräfte ist von *Welzel, Haller et al.* (1998) untersucht worden, die im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts „Labwork in Science Education“ Lehrkräfte in verschiedenen Ländern zu den Zielen, die sie mit experimentellem Arbeiten im Unterricht verbinden sowie zur Eignung verschiedener experimenteller Lernumgebungen für das Erreichen dieser Ziele befragten.

Aus den erhobenen Daten ließen sich folgende, *in einer Rangfolge geordnete*, Hauptzielkategorien (mit jeweils zugeordneten Unterkategorien (vgl. *Welzel, Haller et al.*, 1998)) ableiten:

1. Eine Verbindung von Theorie und Praxis soll hergestellt werden.

Der Umgang mit realen Objekten (Geräte, Stoffe) ermöglicht ein auf konkrete Anschauung gegründetes Lernen, das ein besseres Verständnis der Theorie fördert.

2. Experimentelle Fähigkeiten sollen erworben werden.

Die Lernenden lernen Methoden und Techniken (Beobachten, sorgfältiges Arbeiten), die es ihnen ermöglichen, selbständig neue Erkenntnisse zu tätigen.

3. Methoden wissenschaftlichen Denkens sollen kennen gelernt werden.

Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zu kennen erleichtert den Schülern das Verständnis für die jeweilige Wissenschaft. Lernende sollen sich kritisch mit Erkenntnismethoden auseinandersetzen und deren Grenzen kennen lernen.

4. Die Motivation der Lernenden soll gesteigert werden. Das selbständige naturwissenschaftliche Arbeiten soll sich positiv auf Motivation und Interesse der Schüler auswirken.

5. Die Lernenden sollen ihre Persönlichkeit und ihre soziale Kompetenz weiterentwickeln. Die selbständige Durchführung der Experimente und die

problemorientierte Erarbeitung der Inhalte sollen sich positiv auf die Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden auswirken. Teamwork fördert soziale Kompetenz und Kommunikation der Schüler.

6. Das Wissen der Lernenden soll überprüft werden.

Experimentelles Arbeiten kann auch zur Überprüfung von Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler eingesetzt werden.

Die Verbindung von Theorie und Praxis, der Einblick in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen sowie der Erwerb experimenteller Fähigkeiten werden als entscheidende Gründe für das Durchführen von Experimenten im Unterricht betrachtet. Darüber hinaus wird die motivations- und interessenfördernde Wirkung des Schülerexperiments als bedeutsam erachtet. Diese wesentlichen und übereinstimmend formulierten Ziele für das Experimentieren im Unterricht finden sich so auch in den Konzepten der Schülerlabore (vgl. Kapitel 2). Anhand dieser beschriebenen Zielkategorien werden zunächst theoretische Überlegungen zum Schülerexperiment dargestellt und im Anschluss empirische Befunde in einer kritischen Betrachtung erörtert. Inwieweit eine interessenfördernde Wirkung von Experimenten empirisch belegt werden kann, wird im Rahmen der Betrachtung von Lernumgebungen als Faktoren der Interessengenese in Kapitel 5.3.3 beschrieben.

4.2.1.1 Das Experiment als Verbindung von Theorie und Praxis

Tesch & Duit (2004) gehen davon aus, dass für das Lernen in den Naturwissenschaften Bezüge zwischen experimentellen Erfahrungen und Interpretationen hergestellt werden sollten. Demzufolge können Konzepte durch das Experimentieren erfahrbar gemacht werden, und größeres Konzeptwissen ermöglicht bessere Beobachtungsqualitäten beim Experimentieren.

Von den Autoren wird ein effektiver Lernprozess dann erwartet, wenn zirkelhaft ein mehrfaches Beziehen von Experiment und naturwissenschaftlicher Konzeption aufeinander stattfinden. Experimente können nach ihrer Ansicht erst „richtig“ verstanden werden, wenn die Interpretation der Ergebnisse bereits bekannt ist, ähnlich wie das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzeptionen die Kenntnis der zugrunde liegenden experimentellen Beobachtung voraussetzt.

4.2.1.2 Experimentieren als naturwissenschaftliches Arbeiten

Naturwissenschaftliches Wissen soll den Lernenden nicht als feststehend vermittelt werden, sondern sie sollen einen Einblick gewinnen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden (vgl. *Bybee*, 2000). Wissenschaftliche Arbeitsweisen sind dabei

nicht nur methodisches Element des Unterrichts sondern können selbst zum Unterrichtsthema bzw. primären Unterrichtsziel werden (Hodson, 1993; Lind, Kroß et al., 1998).

In der BLK-Expertise (Lind, Kroß et al., 1998, S.76) wird die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Arbeitens als Organisationsprinzip der Unterrichtsführung herausgestellt und zugleich darauf hingewiesen, dass diese Arbeitsform über theoriegeleitetes Experimentieren hinausgeht und einem forschungsorientierten Unterricht nahe kommt. Einwänden, wonach das Experimentieren lediglich eine Methode für die Entwicklung von Konzepten sei, widerspricht Reinhold (1996), indem er davon ausgeht, dass das Experiment „für den einzelnen Schüler subjektiv immer auch mit Erkenntnisgewinn verbunden ist, und dieser Prozess als Erkenntnisprozess etwas dem Lern- und Forschungsprozess Gemeinsames darstellt“.

Muckenfuß (1995) beschreibt jedoch nachdrücklich die Problematik eines allen Kriterien des naturwissenschaftlichen Experiments genügenden Unterrichts, der, abgesehen vom Zeitaufwand für das Generieren von Hypothesen und Versuchsanordnungen durch die Schüler, selten automatisch zu dem von der Lehrperson angestrebten Ziel führt und dadurch letztlich demotivierend auf die Lernenden wirken kann. Kircher, Girwidz et al. (2000) weisen für den Physikunterricht darauf hin, dass in der Schule die induktive Methode, die in Experiment und Beobachtungen die Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse sieht, häufige Anwendung findet. Hodson (1993) betrachtet „Learning about science“ als wichtigen Bestandteil des Curriculums, der eine sorgfältige Planung unter Einbeziehung der Wissenschaftstheorien erfordert. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht weist er auf die Bedeutung der theoriegeleiteten Erkenntniswege hin. Lehrer sollen Schüler an die Erkenntnis heranführen

„to regard theory and experiment as having an inter-dependent and interactive relationship: experiments assist theory building; theory, in turn, determines the kind of experiments that can and should be carried out“ (S. 116).

Millar (2004) erwartet, dass Schüler über das Einüben naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen ein besseres Verständnis der Struktur naturwissenschaftlichen Wissens erwerben und dies gleichzeitig ihren Konzepterwerb fördert.

Zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen haben sich einige didaktische Ansätze als besonders förderlich erwiesen. Beispielhaft sei hier auf den Inquiry-Ansatz eingegangen (vgl. Hofstein & Lunetta, 2004, S. 253; Chinn & Malhotra, 2002). Im Labor ist eine Inquiry-Phase dadurch gekennzeichnet, dass die Schüler im Rahmen einer eher offen gestalteten Lernumgebung selbständig Erfahrung sammeln im Formulieren relevanter Forschungsfragen, im Hypothesen bilden, Experimente planen, Durchführen der Experimente und schließlich dem Analysieren der Ergebnisse.

4.2.2 Experimentieren und Labwork

Viele Aspekte der Schülerlabore sind im angloamerikanischen Raum in den seit vielen Jahren etablierten Laborkursen bzw. School-labs verwirklicht. Diese Laborkurse entspre-

chen in Bezug auf Ausstattung und Konzept weitgehend den in dieser Studie untersuchten professionell ausgestatteten Schülerlaboren, sind jedoch im Gegensatz zu diesen ein regulärer und regelmäßiger Bestandteil des Unterrichts und auch räumlich in die Schulen integriert.

Hodson (1993) hat in einem kritischen Artikel zur Bedeutung von Practical work drei wesentliche Ziele für das Experimentieren in diesen School-labs formuliert, die weitgehend den drei zuvor benannten wesentlichen Zielen für das Experimentieren allgemein entsprechen.

- **Learning science**
bezeichnet den Erwerb konzeptuellen Wissens aus der Verbindung von Theorie und Praxis.
- **Learning about science**
ist der Einblick in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen über das Experimentieren.
- **Doing science**
bedeutet den Erwerb von Practical skills sowie darüber hinaus Kenntnisse über die Anwendung von Methoden und Problemlösestrategien.

In seinem häufig zitierten Übersichtsartikel analysiert *Hodson* diese drei Zielsetzungen detailliert und gelangt zu zwei auch für die Diskussion der vorliegenden Arbeit wichtigen Schlussfolgerungen:

1. Die drei formulierten Ziele lassen sich nicht gleichzeitig bzw. mit dem gleichen Konzept und den gleichen experimentellen Ansätzen verwirklichen.
2. Jedes dieser drei Ziele lässt sich unter bestimmten Bedingungen ähnlich gut oder besser durch andere Methoden als das selbständige Experimentieren der Schüler erreichen (z. B. Computersimulationen, Demonstrationsexperiment, Aufgaben).

Zusammenfassende Betrachtung und Relevanz für diese Studie:

Um die übereinstimmend von vielen Autoren als besonders wichtig formulierten und zuvor beschriebenen Ziele des Experimentierens zu erreichen, scheinen Schülerlabore als Lernumgebung besonders geeignet zu sein:

1. Der Umgang mit realen Objekten und Geräten als Verbindung von Theorie und Praxis sowie der Erwerb experimenteller Fähigkeiten als eigenständiges Ziel eines expe-

rimentell geprägten Unterrichts können in einem Schülerlabor in idealer Weise verwirklicht werden. Für viele im Unterricht vermittelte Konzepte (besonders auch im molekularbiologischen Bereich) bieten Schülerlabore geeignete experimentelle Bedingungen und Ausstattungen, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.

Die professionell ausgestatteten Labore bieten den Schülern zudem weit über den Schulalltag hinausreichende Möglichkeiten, Herausforderung und Kompetenz im Umgang mit modernen Geräten zu erleben und damit die so genannten Practical skills zu erwerben.

2. Um naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen für die Lernenden erfahrbar zu machen, können forschungsnahen Fragestellungen als besonders geeignet angenommen werden. Es ist davon auszugehen, dass naturwissenschaftliches Arbeiten, das nicht nur als Methode, sondern auch als formuliertes Unterrichtsziel beschrieben wird, gerade in einer authentischen Forschungsumgebung besonders gut vermittelt werden kann. Dazu kann auch der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern beitragen. Über eine hohe Kontextorientierung und authentische Fragestellungen können Schüler wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen unmittelbar kennen lernen und anwenden.

4.3 KRITISCHE BETRACHTUNG VON EXPERIMENTIEREN UND LABWORK

“Merely being in the laboratory and doing laboratory work do not, by themselves, foster scientific attitudes”

Gardner & Gauld, 1990

Untersuchungen zur Häufigkeit des Experimentierens im Unterricht zeigen, dass die Einschätzung der Bedeutung und die tatsächliche Umsetzung in Abhängigkeit vom Unterrichtsthema weit auseinander klaffen. Organisatorische Rahmenbedingungen (Zeitaufwand, Klassengröße) werden in erster Linie dafür verantwortlich gemacht (vgl. Lind, Kroß et al. 1998, S. 9). Die Zeit für Schülerexperimente wird von mehr als 50 % der Lehrkräfte auf weniger als 10 % der Unterrichtszeit geschätzt (Lind, Kroß et al., 1998).

Zahlreiche Studien belegen jedoch den Wert des Experiments im Unterricht (vgl. Welzel et al. 1998). Für den Biologieunterricht konnten Füller (1992) und Killermann (1996) im Rahmen einer Langzeitstudie einen positiven Einfluss auf Behaltensleistungen der Schüler sowie Motivation für das naturwissenschaftliche Unterrichtsfach feststellen.

Im Folgenden wird überwiegend auf angloamerikanische empirische Studien zu Labwork-Aktivitäten in school-labs eingegangen, da diese in wesentlichen Aspekten mit den in dieser Studie untersuchten Schülerlaboren übereinstimmen, die Ergebnisse deshalb für die vorliegende Studie eine große Relevanz haben und darüber hinaus empirische

Studien zu Schülerlaboren in Deutschland erst seit kurzem vorliegen (*Engeln, 2004; Scharfenberg, 2005*).

Der Vielfalt an beschriebenen Potenzialen von Labwork steht ein über alle Studien hinweg nur geringer Konsens darüber gegenüber, wie diese Potenziale am besten für das Lernen in den Naturwissenschaften nutzbar gemacht werden können. Wenn es auch bisher kaum gelungen ist, einfache Beziehungen zwischen Labwork – Bedingungen und Lernen als Outcome darzustellen, so ist für *Hofstein & Lunetta (2004)* die Datenlage empirischer Studien dennoch ausreichend, Labwork grundsätzlich als effektiv und effizient für das Erreichen wenigstens einiger Ziele, die mit experimenteller Laborarbeit verbunden werden, zu charakterisieren. Insgesamt bescheinigt *Hofstein (2004)* Labwork eine unterstützende Funktion beim Erwerb von Konzeptwissen (vgl. auch *Tobin, 1990; Gunstone, 1991*) sowie beim Erwerb von Problemlösefertigkeiten und Inquiry-Fähigkeiten. Schullabore wirken darüber hinaus positiv auf motivationale Faktoren und fördern Kooperation und Kommunikation zwischen den Lernenden. Zusammengefasst machen diese Faktoren nach Ansicht von *Hofsteins (2004)* School-labs nach wie vor zu einzigartigen Lernumgebungen. Nachdem sie bereits 1982 erstmals einen Review-Artikel zur empirischen Forschung im Schullabor veröffentlicht haben (*Hofstein & Lunetta, 1982*), griffen *Hofstein & Lunetta 2004* die damaligen Fragestellungen empirischer Studien erneut auf und sie aktualisierten ihre Forschungsergebnisse.

Die Autoren kritisieren Aspekte der etablierten Laborkurse und weisen auf verschiedene, immer noch aktuelle Defizite hin:

- zu wenige Lehrkräfte, die das Labor als Lernumgebung effektiv nutzen können,
- standardisierte Laboraktivitäten begünstigen ein zu enges Verständnis von Wissenschaft,
- zu viele triviale Experimente,
- geringe Orientierung von Laboraktivitäten an den Interessen der Lernenden.

Teilweise anknüpfend an die dargestellten Zielkategorien des Experimentierens wird die Bedeutung von Experimenten und Labwork im Folgenden unter Bezug auf relevante Arbeiten einer kritischen Betrachtung unterzogen.

INFORMATION OVERLOAD

Gerade die Vielfalt der mit Labwork verbundenen Ziele ist nach Ansicht einiger Autoren auch die Ursache vieler Fehlentwicklungen. In zahlreichen Studien werden die Unterschiedlichkeit und die Unabhängigkeit der Ziele „teaching and learning science“, „teaching and learning about science“ und „teaching students how to do science for themselves“ gezeigt (*Hodson, 1993; Olsen, Hewsen et al., 1996; White, 1996; Gott & Duggan, 1996; Gil-Pérez & Carrascosa-Alis, 1994*).

Eine Vielzahl von zu erreichenden Zielen kann demnach dazu führen, dass der Zweck des Experimentierens nicht erreicht wird. Aus der Sicht der Schüler konstatieren

Johnstone & Wham (1982) einen in solchen Fällen auftretenden „information overload“. Darunter verstehen sie, dass Lernende unter Umständen von der experimentellen Situation im Labor überfordert sein können. Sie müssen das Experiment verstehen, der Anleitung genau folgen, die Apparate bedienen, Daten erheben und interpretieren. Als Folge dieser überfordernden Situation wenden Schüler folgende Strategien an:

- sie folgen der Anleitung, ohne zu überlegen, Schritt für Schritt,
- sie konzentrieren sich auf einen Aspekt des Experiments,
- sie verlieren sich in Nebentätigkeiten,
- sie machen das, was ihre Mitschüler tun.

Viele Schüler sind durch das Bedienen der Geräte bereits überlastet, obwohl der eigentliche, für das konzeptuelle Verständnis des Experiments wichtige Schritt noch ansteht, so dass durch komplizierte Apparaturen das konzeptuelle Verständnis bei den Lernenden eher verhindert wird (vgl. *Hodson*, 1993). Mehrere Autoren (vgl. dazu *Hodson*, 1993, S. 102) konnten empirisch belegen, dass Schüler im Anschluss an ihre Laboraktivitäten nicht in der Lage waren zu sagen, was sie getan und warum sie diese Handlungen ausgeführt hatten.

ERWERB VON KONZEPTWISSEN

Inwieweit Labwork geeignet ist, um Konzeptwissen zu erwerben, ist Gegenstand zahlreicher Studien, die in ihren Ergebnissen jedoch nicht übereinstimmen (vgl. *Lazarowitz & Tamir*, 1994). *Woolnough & Allsop* (1985) plädieren für eine Trennung zwischen der Vermittlung des Konzeptwissens, die außerhalb des Labors stattfinden sollte, und einer Laborphase, in welcher der Schwerpunkt auf dem Prozesslernen und Problemlösen liegt sowie darin, Interesse bei den Lernenden zu entwickeln. *Kirschner* (1992) stellt einen möglichen Erwerb von Konzeptwissen über die experimentelle Tätigkeit in Frage und betrachtet dieses statt dessen als notwendige Bedingung erfolgreicher Laborarbeit: „*what the learner knows determines what the learner sees*“. *Lazarowitz & Tamir* (1994) sehen das Labor dagegen als geeignete Lernumgebung, um sowohl Konzepte zu vermitteln als auch einen conceptual change zu ermöglichen und Fehlkonzepte zu identifizieren. Als entscheidend für das Gelingen betrachten sie dabei jedoch die Integration der Laboraktivitäten in den Unterricht durch Vor- und Nachbereitung (vgl. auch *Hegarty-Hazel* (1990)) bzw. die Einbindung der Lernenden in die Planung der Experimente. Die meisten Autoren sind sich einig darin, dass es zum Zweck des Konzepterwerbs zahlreiche und u. U. sinnvollere Alternativen zum Experimentieren im Labor gibt (*Hodson*, 1993).

ERWERB EXPERIMENTELLER FÄHIGKEITEN (PRACTICAL SKILLS)

Hodson (1993) sieht die Vorstellung vom Erwerb genereller Practical skills im Rahmen von Laboratory-Aktivitäten äußerst kritisch. Weder die Zielvorstellung des Erwerbs genereller Practical skills noch solcher speziellen Skills, die für künftige Wissenschaftler von Bedeutung sind, hält er für gerechtfertigt. Nach seiner Ansicht lassen sich zum einen erworbene Practical skills weder auf neue experimentelle Aufgaben übertragen noch außerhalb des Labors sinnvoll anwenden. Alle Schüler mit Methoden vertraut zu machen, die auf zukünftige wissenschaftliche Tätigkeit ausgerichtet und damit nur für wenige Lernende relevant sind, hält *Hodson* für nicht vertretbar. Practical skills als solche sind für ihn als eigenes Ziel des Experimentierens wertlos und nur insoweit notwendig, als sie helfen, bestimmte Ziele bei der experimentellen Arbeit im Labor zu erreichen.

Die Praxis zeigt jedoch, dass in den etablierten Laborkursen, in denen Schüler umfangreiche experimentelle Erfahrung sammeln sollen, die Einübung von Practical skills im Vordergrund steht und ein Defizit im Bereich der Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen zu verzeichnen ist. *Gunstone & Champagne* (1990) und *Millar* (1987) fordern entsprechend eine Wende „from hands-on to minds-on“.

EINÜBEN NATURWISSENSCHAFTLICHER DENK- UND ARBEITSWEISEN

Hofstein & Lunetta (2004) kommen in ihrem Review-Artikel zu dem Schluss, dass Labwork durchaus das Potenzial hat, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, inquiry-Prozesse und Problemlösefähigkeiten zu fördern. Wie andere Autoren (vgl. *Tobin & Gallagher*, 1987) stellen aber auch sie fest, dass dieses Potenzial in der Regel in der Praxis nicht ausreichend genutzt und keineswegs optimal umgesetzt wird. Häufig haben Lernende in Laborkursen keine Gelegenheit, selbst Hypothesen zu generieren bzw. Einfluss auf das experimentelle Design zu nehmen. *Hodson* (1993) führt das darauf zurück, dass Lehrkräfte aus Zeitgründen und um das Risiko von falsch konzipierten und nicht funktionierenden bzw. gefährlichen experimentellen Ansätzen zu minimieren, vorzugsweise auf von ihnen geplante und angeleitete Experimente zurückgreifen (vgl. auch *Muckenfuß*, 1995). In der Kritik stehen die Art der Einbettung der Experimente in den Unterricht sowie die hoch strukturierten, kochbuchartigen Anleitungen („cook-book“-exercises), die häufig eine forschende Herangehensweise der Schüler und die Bearbeitung offener Fragestellungen nicht zulassen.

Erfolgreiche Ansätze und Projekte geben Hinweise darauf, unter welchen Bedingungen das Experimentieren im Labor für die Lernenden eine Förderung ihres naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens bedeuten kann (vgl. *Millar*, 1987; *Lazarowitz & Tamir*, 1994). Experimente müssen demnach eingebettet sein in eine Fragestellung, aus der dann ein von den Lernenden entwickeltes experimentelles Design resultiert sowie in eine Diskussion der Ergebnisse, aus der sich dann idealerweise das nächste zu lösende Problem ergibt.

Die Erwartungen, dass der Inquiry-Ansatz zu einem tieferen Verständnis der wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen führt, haben sich in der Studie von *Hofstein, Nahum et al.* (2001) erfüllt. Lernende sind eher in der Lage, auch außerhalb der Laborum-

gebung über das Stellen relevanter Fragen ein Verständnis naturwissenschaftlicher Denkweisen zu erlangen und sich z. B. auch wissenschaftliche Primärliteratur zu erschließen. Inquiry-orientierte Ansätze des Experimentierens charakterisieren dieses als „offen“, d. h. im Gegensatz zu hoch strukturierten „cook-book“ - Experimenten sind die Lernenden gefordert, Hypothesen zu generieren sowie die Durchführung des Experiments selbst zu planen. „Offenes“ Experimentieren schließt dann jedoch auch die Möglichkeit unerwarteter bzw. nicht zu deutender Ergebnisse ein.

Laborexperimente können nach dem Grad ihrer Offenheit klassifiziert werden. Unter offenen oder „open-ended“-Experimenten versteht man dabei solche, die von den Lernenden selbst konzipiert, in ihrer Ausführung geplant und durchgeführt sowie ausgewertet werden. Das Ergebnis der Experimente ist dabei offen und abhängig von der erfolgreichen Planung und Durchführung der Lernenden. *Hegarty-Hazel* (1986, zitiert in *Staer, Goodrum et al.*, 1998) entwickelte folgende Klassifikation der Offenheitsgrade für Laboraktivitäten.

Problem	Apparatus	Procedure	Answer	Common name
Given	Given	Given	Given	<i>Verification</i>
Given	Given	Given	Open	<i>Guided inquiry</i>
Given	Given	Open	Open	<i>Open guided inquiry</i>
Given	Open	Open	Open	<i>Open guided inquiry</i>
Open	Open	Open	Open	<i>Open inquiry</i>

Tabelle 4.1 : Grade der Offenheit von Experimenten (nach Hegarty-Hazel 1986, zitiert in Staer, Goodrum et al., 1998)

Staer, Goodrum et al. (1998) wiesen 84 % der in ihrer Studie erfassten experimentellen Aktivitäten der Schüler den Kategorien „Verification“ bzw. „Guided inquiry“ zu.

„Cook-book“-Experimente sind charakterisiert durch detaillierte Anleitungen („Rezepte“) die den Schülern wenig Spielraum für eigene Ideen lassen, dafür aber nur ein geringes Risiko des Nicht-Gelingens bergen. Gerade „cook-book“-Experimente haben sich in mehreren Studien (vgl. *Hodson*, 1993) als interesse- und motivationshemmend erwiesen.

Offene Experimente werden insbesondere in Inquiry-zentrierten Laborkursen verwirklicht. Wesentliche Ziele sind Verständnis von naturwissenschaftlichen Denkweisen und die Entwicklung der Fähigkeit zu Scientific inquiry. Dafür tritt häufig der Erwerb von Konzeptwissen in den Hintergrund. *Hofstein, Nahum et al.* (2001) zeigen in ihrer Studie positive Korrelationen zwischen Inquiry-orientierten Laborkursen sowie der von den Lernenden als positiv wahrgenommenen Offenheit der experimentellen Lernumgebung.

Offene und authentische Laborsituationen, in denen Lernende den gesamten experimentellen Ablauf selbständig planen, können aus didaktischer Sicht jedoch ähnlich problematisch sein wie eine zu stark geführte experimentelle Tätigkeit. Schüler sind häufig nicht in der Lage, nur anhand einer Problemstellung eigenständig naturwissenschaftliche Erkenntnisse „nachzuerfinden“ (Gunstone & Champagne, 1990; Lewis, 2002).

Harlen (1999) weist in diesem Zusammenhang auch auf die Bedeutung der Integration von Experimenten in den Unterricht hin. Gott & Duggan (1996) betrachten ebenfalls eine ausreichende Vorwissensbasis als entscheidenden Faktor für effiziente Labwork-Aktivitäten.

LABWORK AUS DER PERSPEKTIVE DER LERNENDEN

Die vielfältigen Zielvorstellungen, die für das experimentelle Arbeiten im Labor beschrieben wurden, lassen eine eindimensionale Erhebung der Outcomes wenig sinnvoll erscheinen. Wissenstests z. B. erfassen lediglich das (erworbene) Konzeptwissen, vernachlässigen jedoch andere, ebenfalls als Ziele von Labwork formulierte Dimensionen (Lazarowitz & Tamir, 1994, S.119). Tamir (1990) beschreibt lediglich schwache Korrelationen zwischen dem erfolgreichen Experimentieren und den Ergebnissen von „paper and pencil-Tests“. Stattdessen hat es sich als sinnvoll erwiesen, die Wahrnehmung und das Erleben der Lernenden zu berücksichtigen und zu den jeweiligen Rahmenbedingungen der experimentellen Tätigkeit in Beziehung zu setzen. Auf diese Weise ist es möglich, die Aspekte von Labwork aus der Perspektive der Lernenden zu erfassen und gegebenenfalls faktorenanalytisch zu trennen. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass signifikante Korrelationen bestehen zwischen der Wahrnehmung der Labor-Lernumgebung durch die Schüler sowie den motivationalen und kognitiven Wirkungen des Aufenthalts. Im Anschluss wird ein Instrument vorgestellt, das in vielen Studien eingesetzt wurde und aus dem eine Skala für die vorliegende Studie entnommen und an die Bedingungen in den untersuchten Schülerlaboren angepasst wurde.

SLEI – Science Laboratory Environment Inventory

Fraser, McRobbie et al. (1993) entwickelten einen Fragebogen, der es ermöglicht, die Einschätzung der experimentellen Tätigkeit in Laborkursen durch die Lernenden zu erheben. Mit diesem Instrument steht eine valide und wichtige Informationsquelle zur Verfügung, mit der sich die vielfältigen besonderen Bedingungen von Schullaboren und deren Wirkung auf die Lernenden abbilden lassen. Der SLEI -Fragebogen bildet die Labwork-Aktivitäten in fünf Skalen ab: Student-Cohesiveness, Open-endedness, Integration, Rule-Clarity, Material Environment.

Fraser, McRobbie und Giddings (1993) konnten zeigen, dass über die Erfassung der Wahrnehmung der Lernumgebung Labor durch die Schüler mithilfe des SLEI-Fragebogens ein bedeutender Teil der Varianz des Lernerfolgs unabhängig von den Fähigkeiten der Lernenden aufgeklärt werden kann.

Tabelle 4-2: Skalen des SLEI-Fragebogens (nach *Fisher, Henderson et al., 1997*)

Skala	Beschreibung
Zusammenarbeit	Ausmaß, in dem sich Schüler gegenseitig unterstützen.
Offenheit (Open-endedness)	Ausmaß, in dem offenes Experimentieren stattfindet.
Integration	Ausmaß, in dem das Experimentieren im Labor in den regulären Unterricht integriert ist.
Regulation (Rule Clarity)	Ausmaß, in dem der Aufenthalt im Labor durch Regeln reglementiert ist.
Geräteausstattung (Material Environment)	Ausmaß der adäquaten Material- und Geräteausstattung im Labor.

Der SLEI –Fragebogen wurde bei der Befragung mehrerer Tausend Schüler eingesetzt und validiert. Zu den wesentlichen Erkenntnissen gehört, dass von allen Skalen diejenige, die die Einbindung in den regulären Unterricht abbildet, die stärksten positiven Korrelationen zu den kognitiven Wirkungen, aber auch zu den motivationalen Wirkungen von Labwork zeigt (*Fisher, Henderson et al., 1997; Fraser, McRobbie et al., 1993*).

Keinen Zusammenhang mit den festgestellten motivationalen Wirkungen zeigt dagegen die Skala zur Offenheit der Experimente, und zwar als einzige der fünf Skalen.

4.4 ZUSAMMENFASSENDEN FAZIT

Harlen (1999, S. 18) fasst die Ergebnisse empirischer Studien in einem Review-Artikel zusammen und zieht daraus die folgenden allgemeingültigen Schlussfolgerungen für das Experimentieren bzw. Labwork:

- Practical work should be seen as a means to various ends and not as an end in itself.
- The learning that is intended from a particular piece of practical work should be clear and it should be tailored in order that it can serve that purpose effectively.
- Both teachers and pupils need to be aware of the purpose of the practical work in a particular case and prepare for it and follow it up in relation to the specific purpose.
- There are three main purposes for practical work which have emerged from this review:
 - Providing first-hand experience, so that pupils can see it for themselves and in some cases do it themselves, although this purpose is often best served by a good demonstration or a field trip rather than ‘hands-on’-practical work.

- Testing ideas by making predictions, setting up a valid test, collecting reliable evidence and relating what is found to the original idea. This practical work should be theory-based.
- Experience of 'doing science' through carrying out an investigation which has a degree of open-endedness.

Relevanz für diese Studie

Von den Zielen, die übereinstimmend von vielen Autoren mit dem Experimentieren als Unterrichtsmethode verknüpft werden, können die „Verbindung von Theorie und Praxis“, der „Erwerb von Practical skills“, sowie der „Einblick in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“ und motivationale und Interesse fördernde Wirkungen als besonders bedeutsam betrachtet werden. Sie entsprechen weitgehend den Überlegungen, die dazu führten, dass Labwork zu einem wesentlichen Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den angelsächsischen Ländern wurde. Eine vergleichende Betrachtung mit den Konzepten der neu gegründeten Schülerlabore in Deutschland weist auf eine große Übereinstimmung der Zielsetzungen hin, so dass Erkenntnisse zur Bedeutung des Experiments bzw. zur Bedeutung von Labwork-Aktivitäten die Basis darstellen für die Untersuchung verschiedener Aspekte des Experiments im Schülerlabor in der vorliegenden Studie.

Der Wert des Experimentierens als Verbindung von Theorie und Praxis und damit als Methode zum erweiterten Konzeptverständnis ist für die Schülerlabore zu untersuchen. Studien haben als wesentliche Einflussvariable für ein mögliches Konzeptverständnis durch das selbständige Experimentieren der Lernenden die Integration des Aufenthalts im Labor in den Unterricht benannt, die deshalb im Konzept der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wird.

Die Anwendung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen kann im Sinne einer forschungsorientierten Unterrichtsform verstanden werden. Der dabei stattfindende Erkenntnisprozess kann als Verbindung von Lernziel und Forschungsprozess verstanden werden und in Schülerlaboren als forschungsnahen Lernumgebungen als solcher untersucht werden. Empirische Studien haben gezeigt, dass der Charakter naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen in enger Beziehung steht zum Grad der Offenheit der Experimente, der deshalb auch für das Experimentieren im Schülerlabor von Bedeutung ist und entsprechend in der vorliegenden Arbeit operationalisiert wird. Von inquiry-orientierten Experimenten kann eine Förderung des Erwerbs naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erwartet werden, wohingegen „cook-book“-Experimente dieser Zielsetzung entgegenstehen.

In der vorliegenden Untersuchung wird das Erleben der Lernumgebung Schülerlabor aus der Perspektive der Schüler erhoben. Damit kann Bezug auf vorliegende empirische Studien zu Labwork und die entsprechenden Erhebungsinstrumente (z. B. SLEI-Fragebogen) genommen werden, die interessenfördernde Aspekte von Labwork erheben.

4.5 KONTEXTORIENTIERUNG IM SCHÜLERLABOR

4.5.1 Kontexte im naturwissenschaftlichen Unterricht

Im Zusammenhang mit Studien zum sinkenden Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften (*Häußler, Hoffmann et al.*, 1996; *Baumert, Klieme et al.*, 2001) werden auch die Ursachen dieses Interessenabfalls thematisiert. Naturwissenschaftlicher Unterricht entspricht vielfach nicht den Erwartungen der Schüler und gilt als abstrakt und oftmals lebensfern (*Häußler, Hoffmann et al.*, 1996). Resultierend aus diesen Erkenntnissen wird zunehmend versucht, eine Verbindung zwischen unterrichteten Themen und der Lebenswelt der Schüler herzustellen, so dass der Lehrstoff für die Lernenden eine Bedeutung erlangt. *Häußler & Hoffmann* (1995) konnten zeigen, dass Schüler mehr Interesse am Physikunterricht zeigen, wenn Themen behandelt werden, die einen gewissen lebensweltlichen Bezug beinhalten und Schüler erkennen lassen, dass sie dieses Wissen auch nutzen können. Das betrifft für die Schüler persönlich relevante Themenbereiche, aber auch Kontexte, die gesellschaftliche Relevanz besitzen.

Für den Physikunterricht hat Muckenfuß die Bedeutung sinnstiftender Kontexte beschrieben. Rahmenkontexte im Verständnis von *Muckenfuß* (1995) liefern sinnstiftende Zusammenhänge, in denen Sachstrukturen erarbeitet werden. Sie bilden gleichzeitig Brücken zu anderen Unterrichtsfächern sowie zur Lebenswelt der Schüler.

Kontextbezogene Inhalte werden mit sachstrukturellen Inhalten verknüpft und in Anwendungsbeispielen auf die Lebenswelt der Schüler bezogen. Von Muckenfuß (1995, S. 343) wird ein prinzipieller Aufbau einer kontextorientierten Unterrichtseinheit beschrieben, der die wesentlichen Elemente „Generative Unterrichtsphase“, Affirmative Unterrichtsphase“ sowie eine „Vernetzungsphase“ beinhaltet. Gerade für die Vernetzungspha-

se sieht Muckenfuß ein großes Potenzial in fächerübergreifenden Projekten bzw. fachunabhängigen Aktivitäten.

4.5.2 Kontexte im Schülerlabor

Die forschungsnahen, aktuellen Themenstellungen der Schülerlabore haben ein hohes Potenzial, von den Lernenden als bedeutungsvoller und lebensweltlicher Kontext wahrgenommen zu werden.

Betrachtet man die von *Häußler & Hoffmann* (1995) formulierten Interesse fördernden Merkmale für die Gestaltung interessanten Physikunterrichts, zeigt sich, dass diese in der Mehrzahl in Schülerlaboren berücksichtigt bzw. verwirklicht sind:

Schülerlabore bieten:

- einen Bezug zu Lebenswelt,
- die Gelegenheit, aktiv und eigenständig zu lernen,
- Erfahrungen aus erster Hand,
- die Möglichkeit, die gesellschaftliche Bedeutung von Unterrichtsinhalten zu erkennen,
- lebenspraktischen Nutzen naturwissenschaftlicher Inhalte zu erkennen,
- die Erfahrung der Notwendigkeit und des Nutzens quantitativer Größen.

In der vorliegenden Studie wird deshalb untersucht, inwieweit die vermittelten Kontexte von den Lernenden als ein eigenständiger Aspekt der Schülerlabore wahrgenommen werden. Weiterhin ist zu erheben, ob die Interesse fördernde Wirkung kontextorientierter Unterrichtseinheiten auch für die außerschulische Lernumgebung Schülerlabor belegt werden kann. Das situationale Interesse an Kontexten im Rahmen des Aufenthalts im Schülerlabor ist dazu in Beziehung zu setzen zu den erhobenen Schülermerkmalen (Geschlecht, Vorwissen, individuelles Interesse).

4.6 AUTHENTIZITÄT/SITUIERTES LERNEN IM SCHÜLERLABOR

4.6.1 Allgemeine Aspekte

Schülerlabore wie außerschulische Lernumgebungen allgemein gelten definitionsgemäß als authentische Lernumgebung, d. h. mit einem hohen Bezug zu realen Forschungssituationen. Sie sollen in besonderer Weise geeignet sein, Schüler an naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen heranzuführen und sie mit wissenschaftlichen Fragestellungen vertraut zu machen. In didaktischer Hinsicht erfüllen sie viele Anforderungen, die an situiertes Lernen bzw. konstruktivistische Lernumgebungen gestellt werden (*Stark & Mandl*, 2000). Übereinstimmend wird von Vertretern des Konstruktivismus und des Situiertes-Lernen-Ansatzes gefordert, dass Lernaufgaben realistisch, authentisch und komplex sein

sollen, allerdings ohne eine einheitliche Definition des Begriffs „authentisch“ zu gebrauchen. *Klauer* (1999) stellt die Bedeutung von Situietheit und Authentizität insgesamt in Frage. Von *Prenzel* (1997) werden jedoch drei Problembereiche des Unterrichts beschrieben, für die der Einsatz situierter Instruktion sinnvoll erscheint. Als Beispiel situierter Lernens beschreibt er „authentische“ Lernumgebungen, wie sie z. B. im Anchored Instruction-Ansatz (*Cognition and Technology Group at Vanderbilt*, 1992) verwirklicht wurden. Hier wird versucht, über eine authentische und komplexe Problemsituation (Anker) die Aufmerksamkeit der Lernenden auf ein Problem und seine Lösung zu lenken.

Der Cognitive-Apprenticeship-Ansatz (*Collins, Brown et al.*, 1989) sieht dagegen vor, Handlungssituationen herzustellen, wie sie Experten in ihrer Praxis vorfinden. Schüler sollen die Möglichkeit erhalten, typische Problemstellungen einer Wissenschaftsdisziplin zu bearbeiten und dabei z. B. Einblick in gesellschaftlich bedeutsame Anwendungsgebiete zu erlangen. Situiertes Lernen erscheint darüber hinaus geeignet, Motivationsprobleme zu vermeiden, weil lebensweltliche Bezüge authentischer Lernumgebungen diese für die Schüler bedeutsam erscheinen lassen. Authentische Lernsituationen sind im Hinblick auf motivationale Wirkungen aus der Sicht von *Prenzel* (1997) jedoch auch relevant, wenn sie einen Bezug zur Expertenpraxis aufweisen. Wissen gewinnt unter diesen Bedingungen für die Lernenden an Bedeutung, weil sie unmittelbare Abwendungsbezüge herstellen können.

Im Hinblick auf die Gestaltung von Lernumgebungen werden von *Engeln* (2004) zwei Facetten von Authentizität unterschieden, entweder auf die Lebenswelt oder die Berufswelt der Lernenden bezogen. Im ersten Fall können z. B. über multimediale Simulationen realitätsnahe, authentische Forschungssituationen nachgebildet werden (vgl. auch (*Chinn & Malhotra*, 2002, S.207), im zweiten Fall ist direkter Kontakt zu Wissenschaftlern bzw. Wissenschaft charakteristisch. In diese Kategorie lassen sich auch der beschriebene „Cognitive-Apprenticeship-Ansatz“, der, einer Lehrling-Meister-Beziehung vergleichbar, über mehrere definierte Stufen eine Entwicklung vom angeleiteten Arbeiten zum selbständigen Arbeiten ermöglichen soll, sowie der „Anchored-instruction“-Ansatz einordnen. Studien von *Roth* (1995) sowie *Chinn & Malhotra* (2002) greifen das Thema „Authentic school science“ auf und stellen verschiedene Ansätze und kritische Punkte dar. So unterscheiden sich authentische wissenschaftliche Forschung und der Versuch, mit Inquiry-Aufgaben im Unterricht Wissenschaft nachzubilden deutlich hinsichtlich der erforderlichen kognitiven Prozesse, aber auch im vermittelten Wissenschaftsverständnis (*Chinn & Malhotra*, 2002).

4.6.2 Der Faktor Authentizität in der vorliegenden Studie

Für die vorliegende Studie ist Authentizität ein charakterisierender Faktor des Schülerlabors als außerschulischer Lernumgebung. In den Faktor Authentizität eingehend wird dabei der in der Regel gegebene Kontakt zu Wissenschaftlern betrachtet, der Aufenthalt außerhalb der Schule in einer realen Forschungseinrichtung bzw. Universität und ein

Einblick in authentische, d. h. aktuell in dieser Forschungseinrichtung bearbeitete Fragestellungen. Lernende erhalten zudem eine Vorstellung von der Arbeitswelt eines Wissenschaftlers. Die Operationalisierung des Faktors Authentizität in dieser Evaluationsstudie ist jedoch eher an der Praxis orientiert und erhebt die Qualität des gebotenen Einblicks in reale Forschungssituationen. Vernachlässigt werden dabei Aspekte zu erkenntnistheoretischen Grundlagen und Konzepten, die im Zusammenhang mit authentischen Forschungssituationen durchaus relevant sind und in didaktischen Fragestellungen zu „Authentic science“ thematisiert werden. Diese werden bei den untersuchten eintägigen Aufenthalten in Schülerlaboren nicht vorrangig vermittelt und sind somit von untergeordneter Bedeutung für diese Studie.

Kapitel 5

INTERESSE

5.1 Interesse und Motivation als verwandte Konstrukte

5.2 Interesse als Konstrukt

5.3 Interesse und Lehr-Lern-Situationen

5.4 Zusammenführung des theoretischen Rahmens

In diesem Kapitel wird zunächst die Verbindung zwischen Interessenkonstrukt und Motivation dargestellt. Im Anschluss daran wird die pädagogisch-psychologische Interessentheorie mit den für diese Studie wesentlichen Teilaspekten beschrieben. Unter Bezugnahme auf die relevanten Ergebnisse empirischer Studien wird schließlich der theoretische Rahmen dieser Arbeit zusammengeführt.

Bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde Interesse von *Herbart* (1806/1965) als Unterrichtsziel formuliert und als vorrangige Aufgabe der Pädagogik bezeichnet (*Krapp*, 1992b, S. 765). Die Vielfalt und die historische Entwicklung des Interessenbegriffs werden von *Prenzel* (1988) ausführlich beschrieben.

Interesse gegenüber einem bestimmten Gegenstandsbereich stellt ein motivationales Konstrukt dar, das in einer wiederholten Auseinandersetzung mit einem Gegenstand bzw. einem spezifischen Themenbereich Ausdruck findet und als Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (*Krapp*, 1992a) (vgl. Kap. 5.2.1) beschrieben werden kann. Zeigt jemand Interesse an Sport, so wird damit eine thematische Präferenz dieser Person ausgedrückt, wobei die Art der Auseinandersetzung vielfältig sein kann, von der eigenen sportlichen Betätigung bis zum passiven Zuschauen.

5.1 INTERESSE UND MOTIVATION ALS VERWANDTE KONSTRUKTE

Die Konzepte Interesse und Motivation sind verwandte Konstrukte, die sich in ihren Bedeutungsgehalten teilweise überschneiden. Nebeneinander existieren unterschiedliche, sich über einen längeren Zeitraum entwickelnde, konzeptuelle Ansätze verschiedener Autoren. *Krapp* (1996a; 1999a, S. 403) stellt fest, dass die verfügbaren Motivationstheorien „insgesamt eine wenig strukturierte Sammlung von Aussagen und Befunden ergeben“.

Allgemein wird der Begriff **Motivation** folgendermaßen umschrieben (*Krapp*, 1996a, S. 88):

Psychologische Aussagen zu Motivationen geben Antwort auf die Frage nach dem „Warum“ oder „Wozu“ menschlichen Erlebens und Verhaltens.

In der Motivationsforschung dominierten lange Zeit zweckrationale Theorien nach dem Muster der Erwartungs-Wert-Modelle, die Verhalten als Kosten/Nutzen-Relation zu erklären versuchten (Heckhausen, 1989). Gründe für Verhalten (oder Handlungen) die in der Tätigkeit selbst, im Interesse an einer Sache oder im emotionalen Bereich liegen, wurden nur wenig untersucht (vgl. Kandler, 2002).

Diese Fragestellungen werden von der Interessentheorie sowie in den neueren Ansätzen der Lernmotivationsforschung aufgegriffen.

Im Folgenden werden im Rahmen der Erläuterung des Begriffs Lernmotivation die verschiedenen theoretischen Ansätze zur Beziehung zwischen Motivation und Interesse insoweit dargestellt, als sie für die Operationalisierung der Fragestellung dieser Studie bzw. die Diskussion der Ergebnisse von Bedeutung sind.

5.1.1 Lernmotivation

Unter dem Begriff **Lernmotivation**

werden alle Prozesse zusammengefasst, die am „Zustandekommen und den Effekten des Lernens bzw. einer Lernhandlung beteiligt sind“ (Krapp, 1999a; vgl. Krapp, 1993; Rheinberg, 1996; Schiefele, 1996; Helmke, 1992).

Rheinberg & Fries (1998) definieren Lernmotivation als

die „Bereitschaft der Person, bestimmte Lernaktivitäten vornehmlich deshalb auszuführen, weil sie sich von ihnen Lernzuwachs verspricht“.

Für Rheinberg (1998) lässt sich erst durch dieses Ziel, einen Lernzuwachs zu erreichen, die Lernmotivation sicher von anderen Formen der Motivation unterscheiden. Der handlungsleitende Zielzustand besteht demnach in einem angestrebten Kompetenz- oder Wissenszuwachs. Daraus ergibt sich eine inhaltliche Nähe zur epistemischen, d. h. der auf Wissenszuwachs ausgerichteten, Komponente des Interesses (Lewalter, Krapp et al., 1998, S. 144) (vgl. Kap. 5.2.1). Interesse setzt jedoch einen Bezug zu einem konkreten Inhalt voraus, während die Lernmotivation sich - unabhängig von bestimmten Lerninhalten - auf die Freude am Lernen und am wahrgenommenen Kompetenzzuwachs bezieht.

Das Zustandekommen und die Wirkungsweise von Lernmotivation ist Gegenstand zahlreicher theoretischer Abhandlungen. In diesen wird auch die Gegenüberstellung von intrinsischer und extrinsischer Motivation problematisiert, die sich insofern als schwierig darstellt, als verschiedene Autoren unterschiedliche Bezugspunkte dafür definieren, was „innen“ und „außen“ sein soll (Rheinberg, 2005; Krapp, 1999a). Von Rheinberg (2004) werden die Begriffsbestimmungen für extrinsische und intrinsische Motivation im historischen Zusammenhang beleuchtet und kritisch hinterfragt.

Die meisten Autoren halten jedoch sowohl an dieser Unterscheidung als auch am Bezug zum Interessebegriff fest. Sie definieren beide Arten der Motivation wie folgt (vgl. *Rheinberg, 2005; Schiefele & Köller, 1998; Krapp, 1999a*):

Extrinsische Motivation hat einen externen, außerhalb des Handlungsablaufs liegenden Beweggrund und resultiert demzufolge nach Ansicht vieler Autoren aus „anreizbesetzten Ereignissen oder Veränderungen, die sich einstellen, wenn die Tätigkeit erfolgreich erledigt ist“ (*Rheinberg, 2005*).

Intrinsische Motivation umschreibt „den (von innen gesteuerten) Wunsch oder die Absicht, eine bestimmte Handlung durchzuführen, weil die Handlung selbst als interessant, spannend, herausfordernd etc. erlebt wird. Die intrinsisch motivierte Handlung wird um ihrer selbst willen durchgeführt, sie ist selbst Zweck und fungiert selbst als Belohnung“ (*Köller, 1998*). Flow-Erleben, das von *Csikszentmihalyi* (1985) als „Gefühl des völligen Aufgehens in einer Sache“ beschrieben wird, steht in engem inhaltlichen Zusammenhang mit intrinsischer Motivation.

Diskutiert werden vor allem zwei unterschiedliche Ansätze zur intrinsischen Motivation verschiedener Autoren(-gruppen), die auf einer unterschiedlichen theoretischen Herleitung beruhen (vgl. *Rheinberg, 2005; Krapp, 1999a*). Beide Ansätze sind auch in unterschiedlicher Weise an die Interessentheorie angebunden:

Die erste Betrachtungsweise fokussiert darauf, dass das Verhalten der Lernenden eng mit bestimmten **Erlebenssituationen** verknüpft ist und damit in Beziehung zur Selbstbestimmungstheorie (*Deci & Ryan, 1993*) sowie zur Theorie zum Flow-Erleben (*Csikszentmihalyi & Schiefele, 1993*) steht. Grundlage hierfür ist die Theorie der Selbstbestimmung von *Deci & Ryan* (1993), nach der die Motivation von drei Grundbedürfnissen („basic (psychological) needs“) und deren Befriedigung bestimmt wird: *Selbstbestimmung* (Autonomieerleben), *Kompetenzerleben* und *soziale Eingebundenheit* (*Deci & Ryan, 1993*). Auch die pädagogische Interessentheorie sensu *Krapp* (1999a) folgt der Selbstbestimmungstheorie und betrachtet eine Lernaktivität dann als intrinsisch motiviert, wenn sie als selbstbestimmt erlebt wird. Die „basic needs“ sind in das Konzept der pädagogischen Interessentheorie integriert und werden als wesentliche Faktoren der Interessengenese betrachtet. In dieser Funktion werden sie in Kap 5.2.4 näher beschrieben. Die zweite Betrachtungsweise versteht das Verhalten der Lernenden als eng mit den **Prozessen der Handlung bzw. dem Erreichen der Ziele** verknüpft (zweck- und tätigkeitstzentrierte Anreize, goal theories) (*Rheinberg, 1997; Rheinberg, 2005*), vgl. (*Schiefele & Köller, 2001*).

Ausgangspunkt der theoretischen Konzeption von *Rheinberg* (1997) ist das Erwartungswert-Modell nach *Heckhausen* (1977), in dem der „motivationspsychologische Zugriff dadurch charakterisiert ist, dass angestrebte Zielzustände und das, was sie attraktiv macht, die erklärenden Größen sind“ (*Rheinberg, 1997, S.11*).

Da dieses Konstrukt vernachlässigt, dass sich Personen auch aus Freude am Tun mit Dingen auseinandersetzen (z. B. Bergsteigen, Surfen) erweiterte *Rheinberg* das zu-

nächst zweckzentrierte Modell (gekennzeichnet durch *zweckspezifische Anreize*) um die *tätigkeitsspezifischen Anreize*. Handlungen werden danach nicht nur durchgeführt um bestimmte Ziele zu erreichen, sondern auch um der Tätigkeit selbst willen (s. auch Krapp (1993, S. 196f.).

„[...] der gravierende Unterschied [ist], dass im einen Fall der Anreiz in Zuständen oder Ereignissen liegt, die sich erst einstellen können, nachdem die Handlung mit einer erfolgreichen Zielerreichung abgeschlossen ist. [...] Im anderen Fall soll die Aktivität möglichst lange ausgekostet werden. Ein sachinhärentes Ende als „Ergebnis“ ist hier nicht einmal erwünscht (z. B. Motorrad fahren). (Rheinberg, 1997, S. 132; vgl. Rheinberg 2005).

Hier knüpft nun auch Schiefele mit seinem Konzept der *tätigkeitsspezifischen intrinsischen Motivation* an, das von ihm 1996 beschrieben wurde (Schiefele, 1996). Mit diesem lassen sich ebenfalls Erscheinungsformen intrinsischer Motivation bei solchen Tätigkeiten beschreiben, für die das Endergebnis und die späteren Folgen der Handlung keine Rolle spielen. Inhaltlich ist dieses Teilkonzept durch Rheinbergs (2005) Konzeption der *tätigkeitsspezifischen Vollzugsanreize* abgedeckt. Liegt der *Anreizschwerpunkt jedoch klar auf dem Gegenstand an oder mit dem die Tätigkeit ausgeführt wird*, betrachtet Schiefele diese Form intrinsischer Motivation als deckungsgleich mit dem Begriff *Interesse*. So kann beispielsweise eine Person entweder vorwiegend durch eine Aktivität (z. B. Experimentieren) oder aufgrund des Gegenstands (z. B. Chemie) motiviert sein.

Diese gegenstandszentrierte intrinsische Motivation scheint gegenüber der tätigkeitszentrierten Betrachtungsweise aus pädagogischer Sicht von größerer Bedeutung zu sein, gilt es doch, bei den Lernenden *Interesse an den fachlichen Inhalten* zu wecken (Krapp, 1992b; Prenzel, 1988; Schiefele & Köller, 2001; Schiefele & Schreyer, 1994). Insbesondere bei *handlungsorientierten Lernaktivitäten*, wie sie z. B. beim Aufenthalt in einem Schülerlabor gegeben sind, könnten jedoch neben Interesse auch Merkmale der von Schiefele beschriebenen tätigkeitsspezifischen intrinsischen Motivation auftreten.

Die **Unterschiede** zwischen Lernmotivation im Sinne von auf Lernzuwachs ausgerichteten Lernaktivitäten und Interesse lassen sich zusammenfassend wie folgt charakterisieren (vgl. Kandler, 2002):

- **Interesse ist mehr als die Absicht etwas Bestimmtes zu lernen.** Die Beschäftigung mit einem Interessegegenstand kann auch aus Freude am Tun erfolgen und, anders als beim Konzept zur Lernmotivation, ohne jede Lernabsicht.
- Im Konzept der Lernmotivation fehlt die **Inhaltskomponente** des Lerngegenstandes.
- Die **subjektive Bedeutsamkeit** und die **Wertkomponente** werden nur im Interessenkonstrukt beschrieben.

Zusammenfassendes Fazit

Anhand der zuletzt genannten Unterschiede zwischen Interesse und Lernmotivation kann unmittelbar verdeutlicht werden, warum das Interesse der Lernenden in der vorliegenden Studie den Schwerpunkt bildet. Von Schülerlaboren als außerschulischen Lernumgebungen erwartet man gerade Wirkungen, die über eine mögliche Lernabsicht hinausreichen. Gleichzeitig werden die thematischen Inhalte der Veranstaltungen als wesentlich erachtet und es wird erwartet, dass die Schüler eine subjektive Bedeutsamkeit in Bezug auf den Besuch des Schülerlabors entwickeln. Einzelne Aspekte der Motivationstheorien, wie die beschriebene tätigkeitszentrierte intrinsische Motivation, sind jedoch gerade in handlungsorientierten Lernumgebungen wie Schülerlaboren relevant. Auf ihre mögliche Bedeutung in Bezug auf den Aufenthalt der Schüler im Schülerlabor wird in der Diskussion eingegangen.

5.2 INTERESSE ALS KONSTRUKT

Interesse als Konstrukt rückte in der Arbeitsgruppe um Schiefele in den späten 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts wieder in den Blickpunkt der Forschung, gerade weil die vorliegenden Konzepte zur Lernmotivation die Inhaltsspezifität der Motivation eines Lernenden vernachlässigten (Krapp, 2002), vgl. (Prenzel, Krapp et al., 1986). Die Autoren berücksichtigten die Arbeiten zur intrinsischen Motivation von Deci (1975), nahmen aber damals noch keinen Bezug zu den etwa gleichzeitig erscheinenden Arbeiten zur Selbstbestimmungstheorie von Deci (Krapp, 2002a).

Interesse bezeichnet dabei die Beziehung zwischen einer Person und einem Interessegegenstand. Zwei unterschiedliche Ansätze zeigten sich dabei von wesentlicher Bedeutung:

- Todt (1978) beschreibt Interesse zunächst als in der Person liegende Disposition d. h. eine überdauernde Vorliebe für bestimmte Handlungen oder Gegenstände. Der Begriff der „Interessiertheit“ nimmt auch Aspekte der Situation in den Blick, jedoch aus der Perspektive der Person.
- Prenzel, Krapp et al. (1986) und Krapp (1992a) berücksichtigen in ihrem Modell neben dem überdauernden individuellen Interesse einer Person auch den Aspekt eines Interesses, das kurzfristig aus der Interessantheit einer bestimmten Situation resultiert (vgl. dazu Kap. 5.2.2). Dabei wird der Begriff „Interessantheit“ ausschließlich über die Merkmale der Situation definiert.

Grundlage dieser Studie ist die Interessentheorie, wie sie nach Krapp beschrieben wird, weil sie sowohl die Interessantheit einer Lernumgebung als auch die Genese von Interessen, zwei wesentliche Aspekte der vorliegenden Arbeit, berücksichtigt und modelliert.

Diese Theorie wird im Folgenden in ihren Teilaspekten beschrieben und anschließend zu den Fragestellungen dieser Arbeit in Beziehung gesetzt.

5.2.1 Interesse im Sinne der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie

Interesse im Sinn der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie bezeichnet „eine besondere, durch bestimmte Merkmale herausgehobene Beziehung einer Person zu einem Gegenstand“ (Prenzel, Krapp et al., 1986; Krapp, 1992a).

Der Gegenstand des Interesses kann durch konkrete Objekte, thematische Bereiche des Weltwissens oder durch bestimmte Klassen von Tätigkeiten definiert sein. Alle diese Gegenstände sind kognitiv repräsentiert, d. h. dass die Person über ein gegenstandsspezifisches Wissen verfügt, welches sich in der Regel zunehmend ausdifferenziert (epistemische Interessenkomponente). Die Besonderheit einer interessen-thematischen Beziehung äußert sich im subjektiven Erleben durch eine Verbindung von positiven emotionalen Zuständen während der Interessenhandlung und einer hohen Wertschätzung des Interessengegenstandes (emotionale und wertbezogene Valenz)“ (Krapp, 2001)..

Wesentliche Kriterien, die das Münchener Interessenkonzept nach Krapp (1992a) charakterisieren, werden im Folgenden beschrieben:

Kognitive Komponente

Bereits die frühen Ansätze zum Interessen-Konstrukt gingen davon aus, dass eine Interessenhandlung auf einem komplexen kognitiven Schema bezüglich des Interessenobjekts aufbaut und dieses kognitive Schema sich während der Interessenhandlung weiter ausdifferenziert.

Berücksichtigt man jedoch spezifische kognitive Strukturen und eine differenzierte Wissensstruktur als Interessenmerkmal, ergeben sich daraus sowohl methodische als auch theoretische Probleme aufgrund einer Tautologie (Schiefele, 1996): Der Einfluss von Interesse auf den Wissenserwerb lässt sich nicht empirisch erheben, wenn eben dieses Wissen auch als Teil des Interessenkonstrukts definiert werden kann. Aus diesem Grund wird die kognitive Komponente von den meisten Autoren in der Beschreibung des Interessenkonstrukts nicht berücksichtigt.

Dennoch sind kognitive Aspekte für eine umfassende Betrachtung von Interesse nicht außer acht zu lassen, da Interesse in der Regel mit einem von der Person intendierten Zuwachs an Wissen bzw. Können in Bezug auf den Interessegegenstand korreliert.

In der Arbeit von Prenzel (1988) wird die Bedeutung einer kognitiven Komponente des Interesses beschrieben als epistemische Tendenz, die zur Erweiterung des Wissens und zum Aufbau eines komplexen, differenzierten und integrierten Wissens über den Interessegegenstand führt. Unter dem Gesichtspunkt des Lernens ist die „epistemische Orientierung“ (Prenzel, 1988) von großer Bedeutung. „Wer sich für eine Sache interessiert,

möchte mehr darüber erfahren, sich kundig machen, sein Wissen erweitern“. Krapp (1999a) sieht in epistemischen Interessen einen in der Natur der Sache liegenden Anreiz für selbstgesteuertes Lernen. Geht es wie in der vorliegenden Studie darum, die nachhaltige Wirkung einer kurzfristig erlebten Lernumgebung auf das Interesse der Lernenden zu untersuchen, ist die epistemische Komponente des Interesses von besonderer Bedeutung weil der in ihr ausgedrückte Wunsch nach einer Wissenserweiterung eine erwünschte, längerfristige Wirkung des Aufenthalts an außerschulischen Lernorten ist.

Emotionale Komponente (Valenz)

Prenzel (1988, S.156ff.) differenzierte die emotionale Komponente des Interesseskonstrukts aus und teilte die interessenbegleitenden positiven Empfindungen in drei Kategorien ein:

Ein angenehmes *Spannungsgefühl* drückt sich durch ein günstiges Aktivierungsniveau aus. Die Anforderungen werden weder als zu schwierig noch als zu einfach angesehen, so dass ein (als angenehm empfundenes) niedriges „arousal“ erreicht werden kann. Zu den positiven Spannungsgefühlen kann auch das Erleben von Flow gerechnet werden (Csikszentmihalyi & Schiefele, 1993, S. 211).

Kompetenzgefühle, die sich aus einer positiven Einschätzung der eigenen Fähigkeit in Bezug auf die gegenstandsspezifischen Handlungsanforderungen ergeben und - damit eng verbunden - die Erfahrung der optimalen Passung von Fähigkeits- und Anforderungsniveau. Unter besonders günstigen Voraussetzungen stellt sich Flow-Erleben ein, ein Gefühl des völligen Aufgehens in einer Tätigkeit (Csikszentmihalyi, 1985).

Selbstbestimmungsgefühle: Das Individuum fühlt sich frei von äußeren und inneren Zwängen. Es hat das Gefühl das zu tun, was es selbst gerne tun möchte. Dieser Aspekt steht in enger Verbindung zum Merkmal der Selbstintentionalität.

Wertbezogene Komponente (Valenz)

Hierbei handelt es sich um die Betrachtung eines Interessengegenstandes unter Wertaspekten, welche aus der erlebten persönlichen Relevanz resultieren. Die Interessenhandlung zeichnet sich dadurch aus, dass *„die für das Handeln maßgeblichen Intentionen mit den aktuellen Zielen und Wünschen der handelnden Person weitgehend übereinstimmen. Die Person hat das Gefühl, ausschließlich das zu tun, was sie selbst für richtig hält und aus eigenen Stücken tun will“* (Krapp, 1992a, S. 311). Die motivationale Dynamik eines Interesses rührt nach Krapp (2003) daher, *„dass sich eine Person mit den Inhalten und Tätigkeiten ihres Interessenbereichs (z. B. Schulfach) vorübergehend oder dauerhaft identifiziert und sie deshalb für persönlich wichtig oder bedeutsam hält“*.

Die Wertschätzung des Interessenobjekts ist nach *Krapp* (1998b) ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal, um Interesse von anderen Konstrukten wie Neugier, Aktivierung oder Aufmerksamkeit abzugrenzen.

Schiefele (1996) weist darauf hin, dass gefühlsbezogene und wertbezogene Valenzen in mehreren Studien hoch miteinander korrelieren und demzufolge empirisch nur schwer trennbar erscheinen, hält jedoch eine analytische Unterscheidung dennoch für sinnvoll.

5.2.2 Interesse als Disposition und Interesse als handlungsbegleitender Zustand

Interesse kann sowohl als zeitstabile **persönlichkeitsspezifische Disposition** verstanden werden als auch als **situationsabhängiger begleitender Zustand einer Handlung**. Demnach können zum einen individuelle, langfristige Interessen der Person für bestimmte Sachverhalte, zum anderen besondere Anreizbedingungen einer Situation bzw. eines Gegenstandes als Auslöser für eine interessenbasierte Auseinandersetzung fungieren. Beide Handlungsquellen schließen einander nicht aus, sondern repräsentieren wichtige Komponenten des übergeordneten Interessenkonstrukts und können gemeinsam in variierenden Anteilen eine Interessenhandlung bedingen (Abb. 5.1). Drei Komponenten bestimmen nach *Krapp* (1992a) eine Interessenhandlung: die Person, der Gegenstand und die Situation bzw. der Kontext.

Individuelles Interesse

Individuelles Interesse ist ein Merkmal der Persönlichkeit, das sich als langfristige Vorliebe für eine bestimmte Thematik äußert (*Krapp*, 1999a).

Das individuelle Interesse wird [...] als motivationale Disposition interpretiert, z. B. als persönlichkeitspezifische Vorliebe für ein bestimmtes Wissens- oder Handlungsgebiet. [...]. Das Interesse äußert sich u. a. in der Tendenz, sich wiederholt, freudvoll und ohne äußere Veranlassung mit einem realen oder symbolisch vermittelten Interessengegenstand auseinanderzusetzen.

Situationales Interesse

Situationales Interesse ist keine in der Person liegende Disposition, sondern wird allein verursacht durch charakteristische Anreizbedingungen einer Situation, im konkreten Fall einer Lernumgebung.

*Es wird davon ausgegangen, dass eine didaktisch geschickte Aufbereitung des Lehrstoffs eine günstige Lernmotivation erzeugt, die zu einer aktuellen Steigerung der Aufmerksamkeit und somit zu einer Verbesserung der kognitiven Verarbeitungsprozesse führt. Man geht davon aus, dass gewisse, im Lerngegenstand lokalisierte Reizbedingungen „interessierte“ Zuwendung auslösen (*Krapp*, 1992a).*

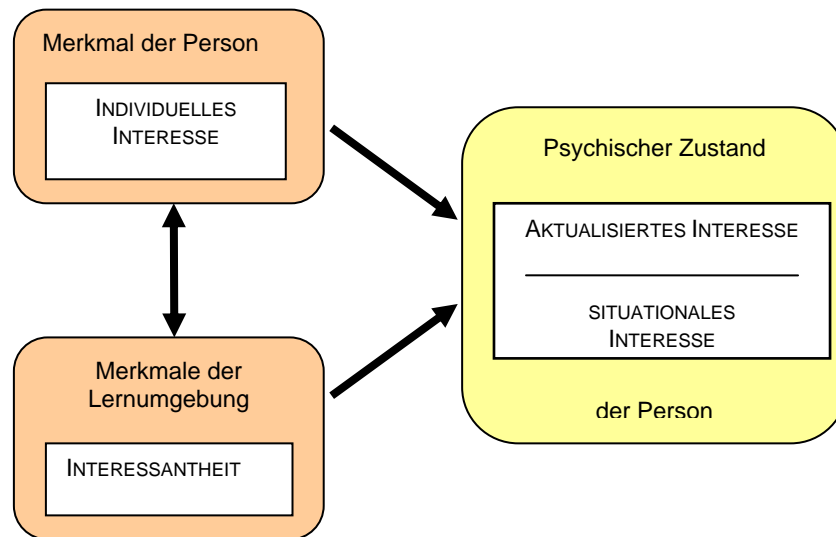


Abbildung 5.1 Beziehungen zwischen verschiedenen Konzepten des Interesses nach Krapp (1992)

Der in einer konkreten Situation aktuell erlebte Zustand der interessenorientierten Auseinandersetzung mit einem Gegenstand kommt durch eine Interaktion von individuellen und situationalen Bedingungsfaktoren zustande (Krapp, 1992). Eine Person-Gegenstands-Auseinandersetzung, die primär von „innen“ veranlasst ist und im Wesentlichen auf individuellem Interesse beruht, wird von Krapp als aktualisiertes Interesse definiert. Entscheidende Auslöser einer entsprechenden Handlung sind in dieser bestimmten Situation angesprochene und aktivierte individuelle Präferenzen dieser Person. Situationales Interesse bezeichnet dagegen eine Person-Gegenstands-Auseinandersetzung, die ihren Ursprung vor allem durch Anreize der jeweiligen Situation erfährt. Diese Form des Interesses kann unabhängig von einem individuellen Interesse dieser Person in Bezug auf den Gegenstand vorkommen.

Nach Krapp, Hidi et al. (1992) stellen sowohl aktualisiertes als auch situationales Interesse handlungsbegleitende Zustände dar und letztlich unterscheidet sich aktualisiertes vom situationalen Interesse lediglich durch die zuvor beschriebene Art der Auslösung („Quellen der Handlungsverursachung“ (Krapp, 1992a, S. 309). Schiefele (1996) weist darauf hin, dass eine klare Unterscheidung zwischen situationalem und aktualisiertem Interesse dabei nicht immer eindeutig getroffen werden kann. Für die Forschung zum Interesse und auch für die vorliegende Arbeit ist dieser Aspekt gleichwohl von Bedeutung, da man allgemein davon ausgeht, dass Personen mit gering ausgeprägten individuellen Interessen einer stärkeren Interessenanregung über die Lernumgebung bedürfen, während für bereits Hochinteressierte die Anreizbedingungen von untergeordneter

Bedeutung sind, und ihr Interesse aus einem in der Person verankerten individuellen Interesse resultiert (*Krapp, 1992a*).

In der empirischen Forschung wird das individuelle Interesse einerseits als unabhängige Variable betrachtet und z. B. als Erklärungsfaktor für Verhaltensweisen oder Lernleistungen untersucht. Individuelles Interesse wird andererseits zur abhängigen Variable in allen Fragestellungen, die sich mit der Entwicklung zeitstabiler und langfristiger Interessen auseinandersetzen. Interessenforschung zum situationalen Interesse untersucht dagegen die charakteristischen Bedingungen, die die Interessantheit einer Situation bzw. Lernumgebung ausmachen. Hier ist auch die vorliegende Studie einzuordnen.

5.2.3 Modelle zur Entwicklung von situationalem zu individuellem Interesse

In einem nach *Krapp (1998a; 2002b)* noch näher zu untersuchenden Prozess kann sich aus situationalem Interesse ein individuelles Interesse entwickeln (*Hidi, 1990; Bergin, 1999; Mitchell, 1993*). *Hidi & Anderson (1992)* gehen ebenfalls davon aus, dass in einer wiederholten oder länger andauernden Auseinandersetzung mit einem Interessengegenstand eine Entwicklung von situationalem zu individuellem Interesse stattfinden kann. *Mitchell (1993)* hat ein Modell zur Interessenentwicklung beschrieben, das eine „catch“- und eine „hold“- **Komponente** des situationalen Interesses unterscheidet und ähnliche Aspekte wie die von *Bergin (1999)* (s. Kap. 5.4) für die Entwicklung Interesse fördernder Lernumgebungen beschriebenen berücksichtigt. Zunächst gilt es, das Interesse der Schüler „einzufangen“, d. h. die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Thema zu lenken („catch“-Komponente). Theoretische Konzepte zur Aufmerksamkeitssteuerung sowie Neugier- und Explorationsforschung (*Schiefele, 1996*) liefern die hier als wirksam identifizierten Komponenten wie Überraschung, „arousal“ oder Diskrepanzerlebnis.

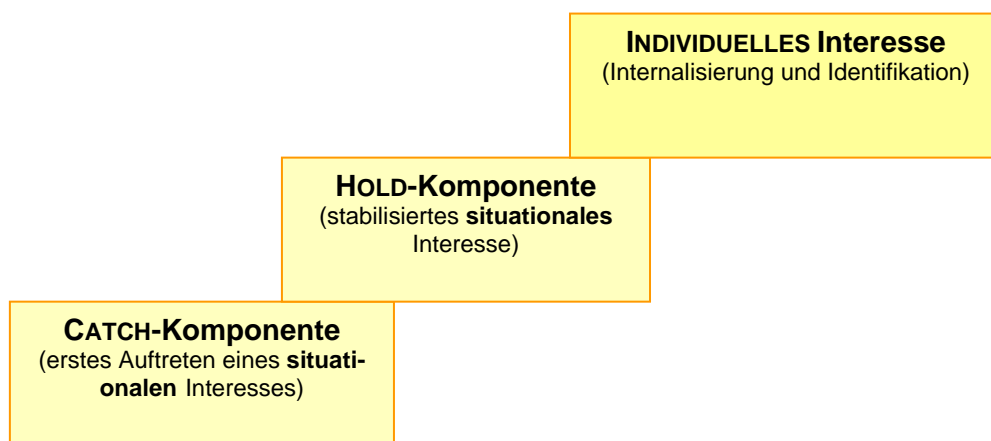


Abbildung 5.2: Stufenmodell der Interessengenese (verändert nach Mitchell (1993) und Krapp (2002))

Um ein lernwirksames Interesse zu erzielen, muss das Interesse stabilisiert werden. Eine situationsspezifische Aktivierung reicht hier nicht aus, es müssen weitere Faktoren dazukommen, die sich positiv auf die „Hold“-Komponente auswirken. Nach Mitchell sind dies Aspekte, die es dem Lernenden ermöglichen, den Lerninhalt als etwas persönlich Wichtiges wahrzunehmen. Bereits in diesem Stadium der Interessengenese spielen die emotionalen Erfahrungen während der Lernhandlung eine entscheidende Rolle und nur bei einer insgesamt positiven Bilanz der Erlebensqualitäten kommt es zu einer überdauernden Auseinandersetzungsbereitschaft im neuen Gegenstandsbereich (Krapp, 1998a).

Krapp (1998a) weist in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der wertbezogenen Valenz des Interesses hin, die es über in der Einstiegsphase der Stoffbearbeitung zu aktivieren gelte, um eine ausreichende Lernbereitschaft der Schüler zu erreichen.

Ein situationales Interesse kann nach Ansicht vieler Autoren als wichtige Zielkategorie des Unterrichts betrachtet werden: So geht es Krapp (1998a) bei der „Förderung von Interesse nicht allein um die Entwicklung langfristig wirksamer Person-Gegenstands-Bezüge sondern auch um die Förderung von zeitlich begrenzten aber dennoch lernwirksamen situationalen Interessen, denen er durchaus eine dauerhafte Bildungswirkung bescheinigt (Krapp, 1998a, S. 196; vgl. auch Hidi & Berndorff, 1998, Mitchell, 1993). In kontextorientiertem Unterricht, der besonders die Interessenlage der Schülerinnen ansprechen soll (Hannover, 1992; Hoffmann, Häußler et al., 1997), sieht Krapp diese Zielsetzung ebenso verwirklicht wie in den instruktionalen Designprinzipien des „Anchored Instruction-Ansatzes“ (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992) in denen realistische problemorientierte Fallstudien eine besondere Lernumgebung bilden (vgl. Kap. 4.6) .

Nicht zuletzt steht für Hidi & Anderson (1992), Hidi & Berndorff (1998) sowie Mitchell (1993) das situationale Interesse auch deshalb im Focus der Bemühungen um einen Interesse fördernden Unterricht, da nach ihrer Ansicht der direkte Einfluss auf das jeweilige individuelle Interesse der Lernenden als eher gering eingestuft werden muss.

5.2.4 Der Prozess der Interessengenese

Der Prozess der Interessengenese ist für die vorliegende Arbeit von besonderer Bedeutung, betrachtet man Schülerlabore doch als potenziell Interesse fördernde Lernumgebungen. Es stellt sich die Frage, wie neue Interessenbezüge entstehen bzw. wie im Rahmen des Besuchs außerschulischer Lernorte das Interesse für neue Lerninhalte bei den Schülern aufgebaut werden kann. Nach Krapp (1992a, S. 309) ist für „pädagogische Theorien des Lernens und der Lernmotivation der Gedanke wichtig, dass eine interessenorientierte Auseinandersetzung auch dort angeregt werden kann, wo ein persönliches, individuelles Interesse (noch) nicht besteht und durch Unterricht erst geweckt werden soll“.

Für Modellierungen der Interessengenese postulieren *Krapp* (1998a) sowie *Lewalter, Wild et al.* (2001) **zwei funktionale Steuerungsebenen:**

- „Die kognitiv-rationale Ebene setzt an den Prozessen der bewusst wahrgenommenen Intentionsbildung oder Zielentscheidung an und hängt eng mit der Einschätzung der individuellen Bedeutsamkeit des Interessengegenstandes zusammen“. Für die Interpretation der Prozesse beziehen sich die Autoren auf verschiedene Motivationstheorien wie etwa die Erwartungs-Wert-Theorie und kognitive Theorien der Motivation (*Heckhausen*, 1989; *Rheinberg*, 1997).
- Die emotionale Ebene bezieht sich auf die Erlebensqualität während der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung. Dabei kann auf zwei Forschungsansätze, das Flow-Erleben (*Csikszentmihalyi*, 1985) sowie die Selbstbestimmungstheorie nach *Deci & Ryan* (1993) zurückgegriffen werden. An diesem Punkt erhält das Interessenkonstrukt einen Bezug zu den Motivationstheorien (s. Kap 5.1). Das Flow-Erleben wird von *Lewalter, Wild et al.* (2001) als Spezialfall intrinsisch motivierten Handelns betrachtet, das nur unter besonders günstigen Lehr-Lern-Bedingungen auftritt und im schulischen Kontext nicht den Regelfall darstellt. Auch für die vorliegende Studie wird das Erleben von Flow nicht als relevant erachtet. *Lewalter, Wild et al.* (2001) legen den Schwerpunkt auf das Konzept der „grundlegenden psychologischen Bedürfnisse (basic needs)“, entwickelt in der Selbstbestimmungstheorie von *Deci & Ryan* (1993) und aufgegriffen in der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie: *Krapp* (1998a) nimmt für die mehr oder weniger bewusst wahrgenommenen Erlebensqualitäten Kompetenzerfahrung (z. B. bei selbständig gelösten Aufgaben), Autonomie (Planung und Realisierung einer Lerntätigkeit) und soziale Eingebundenheit eine besondere Bedeutung für die Ausprägung von Interessen an (vgl. auch *Wild & Krapp*, 1996a, S. 195).

In der Studie von *Lewalter, Krapp et al.* (1998) werden diese drei „basic needs“ sowohl in ihrer Bedeutung für die Förderung von Interessen als auch als sich gegenseitig beeinflussende Größen untersucht und modelliert.

Lewalter, Wild et al. (2001) beschreiben eine enge Wechselwirkung dieser drei Erlebensqualitäten, die im Folgenden in ihrer Bedeutung dargestellt werden:

– Soziale Eingebundenheit

Soziale Einbindung zwischen den Lernenden als auch zwischen Lehrenden und Lernenden wird als unabdingbar für das „Lernen mit Interesse“ angesehen (*Prenzel & Lankes*, 1995). *Lewalter, Krapp et al.* (1998) benennen als wesentliche Merkmale für die Qualität der sozialen Kontakte

- positives Erleben des sozialen Klimas,
- persönliche soziale Eingebundenheit in eine Gruppe,
- Erleben von Zutrauen und Unterstützung,

- Qualität der sozialen Beziehungen zur Lehrkraft.

- Kompetenzerleben

Das Erleben von Kompetenz ist nach *Krapp* (1998a, S. 194) eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung von Interessen. Es beinhaltet das Erfahren von fachlicher Kompetenz und Selbstwirksamkeit bei der Bewältigung von Aufgaben. Diese Erlebensqualität hat enge Bezüge zur Selbstwirksamkeit, wie sie von *Bandura* (1977) beschrieben wurde (*Lewalter, Wild et al.*, 2001). Überforderung aber auch Unterforderung, fehlender Kompetenzerwerb sowie mangelndes Zutrauen von Seiten der Lehrperson können das Kompetenzerleben erschweren oder verhindern (*Lewalter, Krapp et al.*, 1998; *Schiefele & Köller*, 1998, S. 195; *Krapp*, 1998b, S. 216).

Voraussetzung für das Erleben von Kompetenz ist die Passung der Aufgaben an die Möglichkeiten des Lernenden und die Vermeidung von Über- bzw. Unterforderung (*Lewalter & Schreyer*, 2000).

- Autonomieerleben

Nach *Ryan* (1995) beschreibt das Bedürfnis nach Autonomie den Wunsch, sich selbst als eigenständig handelnd zu erleben, d. h. Ziele und Vorgehensweisen des eigenen Tuns selbst bestimmen zu können (vgl. *DeCharms*, 1968). Nach *Lewalter, Krapp et al.* (1998, S. 147)

„wünscht sich eine Person nur dort Handlungsfreiheit, wo sie glaubt die anstehenden Aufgaben mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erfolgreich bewältigen zu können oder die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten selbständig erwerben zu können. Wo dies nicht der Fall ist, bleibt sie auf die Hilfe und Unterstützung anderer angewiesen und akzeptiert dies auch.“ Gerade in Lehr-Lern-Situationen ist das Bedürfnis nach Autonomie also stets auf das jeweils erreichte Kompetenzniveau bezogen (*Lewalter, Krapp et al.*, 1998).

Von *Lewalter, Krapp et al.* (1998, S. 144) werden auch für das Autonomieerleben förderliche Merkmale von Lernsituationen beschrieben:

- Gewährung von Freiheitsgraden bei der konkreten Gestaltung und Durchführung von Arbeits- und Lernaufgaben,
- Methodenfreiheit,
- Wahlfreiheit zwischen vorgegebenen Tätigkeitsfeldern,
- Zeit selbst einteilen können, eigenes Arbeitstempo wählen können.

5.2.5 Interesse und Selbstkonzept

Die Interessen einer Person weisen einen Bezug zu ihrem Selbstkonzept auf. Im Folgenden wird deshalb zunächst auf die theoretische Ableitung des Selbstkonzepts eingegangen, und im Anschluss werden die Zusammenhänge zwischen Interesse und Selbstkonzept sowie empirische Befunde zum Selbstkonzept dargestellt.

„Jede Person macht im Verlauf ihrer Sozialisation nicht nur Erfahrungen mit der sozialen und materiellen Umwelt, sondern sie gewinnt auch Kenntnisse und Informationen über die eigene Person durch Selbstwahrnehmung, direkte Interaktion, durch sozialen Vergleich, sowie durch Zuschreibungen anderer“ (Filipp, 1975, zitiert in Schick, 2000).

Hannover (1997a) bezeichnet diese kontextgebundenen individuellen Informationscluster als *Selbstkonstrukte* und die Gesamtheit aller Cluster als *Selbstkonzept*. Innerhalb der differentiellen, an der Aufklärung interindividueller Unterschiede arbeitenden Selbstkonzeptforschung wird das Selbstkonzept als relativ stabiles Merkmal eines Individuums aufgefasst. Die Darstellung erfolgt als mehrdimensionales Konstrukt, das Tendenzen der Selbstwahrnehmung und Selbsteinschätzung im Hinblick auf leistungsbezogene Aspekte wie Fähigkeit, Begabung etc. abbildet (Schick, 2000).

Die Arbeit von Marsh (1990, zitiert in Schick, 2000) zeigt, dass Lernende für den Bereich Sprachen und Mathematik Teil-Selbstkonzepte entwickeln, die kaum miteinander korrelieren. Stabilität und Vorhersagekraft von Selbstkonzepten variieren stark in Abhängigkeit von Lernumgebung und Lerninhalten, „sind also doch mehr situationsabhängig“ (Shavelson & Bolus 1982, in Schick, 2000). Hoffmann (2002) konnte zeigen, dass das physikbezogene Selbstkonzept bei Mädchen nicht nur niedriger war als das der männlichen Schüler, sondern dass darüber hinaus bei den Schülerinnen ein Abfall in der Sekundarstufe zu beobachten war, während das Selbstkonzept der Jungen im gleichen Zeitraum anwuchs. In der Studie von Hoffmann, Häußler et al. (1998a) erwies sich das physikbezogene Selbstkonzept als bester Prädiktor sowohl des Interesses als auch der Leistung der Lernenden.

Schick (2000) betrachtet vorhandene interessenbezogene Selbstkonstrukte als handlungsleitend bei Interessenhandlungen. Es kann insbesondere für die Interessantheit und das situationale Interesse ein Bezug zum Selbstkonzept angenommen werden. So ist davon auszugehen, dass es charakteristische Zusammenhänge zwischen dem Selbstkonzept einer Person und den Situationen, in denen eine Interessenhandlung infolge von Interessantheit erfolgt, gibt. *„Interessantheit ist dann nicht nur als Merkmal der Umgebung zu verstehen, sondern auch personenspezifisch“* (Schick, 2000). Interessantheit

entsteht nach Schick durch die Wechselwirkung zwischen Person und Situation. Daraus folgt, dass sich für jede Person „bestimmte Merkmale aufzeigen lassen, die basierend auf den Selbstkonstrukten der Person erklären, warum gerade diese Situation als interessant erlebt wird“. Auch Krapp (1998a) beschreibt einen engen Zusammenhang zwischen Interessen und Selbstkonzept. Danach können „die zentralen Interessen einer Person zum vorübergehenden oder dauerhaften Bestandteil ihres Selbstkonzepts werden“.

In dieser Studie wird das Selbstkonzept in Anlehnung an die Skala von Köller, Schnabel et al. (2000) erhoben, es geht neben dem individuellen Interesse als Merkmal der Lernenden in die Analyse ein und wird in Beziehung gesetzt zu den Dimensionen des Interesses.

Zusammenfassung und Relevanz für diese Studie

Das Interessenkonstrukt steht in enger Beziehung zu den Motivationstheorien und hat mit diesen gemeinsame theoretische Anbindungen z. B. an die Selbstbestimmungstheorie. Die pädagogisch-psychologische Interessentheorie nach Krapp (1992a) bildet den theoretischen Rahmen dieser Arbeit, weil sie den Gegenstandsbezug des Interesses beinhaltet sowie mit der beschriebenen Wechselwirkung von Merkmalen der Person und Merkmalen der Lernumgebung als geeignet erscheint, die Interesse fördernde Wirkung der Lernumgebung Schülerlabor in Relation zu den Schülermerkmalen abzubilden. Die drei Komponenten des Interesses (kognitive bzw. epistemische, emotionale, wertbezogene) bilden die beschriebenen unterschiedlichen Aspekte des Interessenkonstrukts ab und können jeweils für die Bedingungen der Schülerlabore (Experimente, Kontexte, Authentizität) operationalisiert und untersucht werden.

Für die Interessengenese in einer Lernumgebung sieht das Interessenkonstrukt eine Wechselwirkung zwischen dem bereits vorhandenen individuellen Interesse und dem aufgrund der Interessantheit der Lernumgebung entwickelten situationalen bzw. aktualisierten Interesse vor. Die Interessantheit der Lernumgebung Schülerlabor ergibt sich dabei aus dem Zusammenwirken der verschiedenen Bedingungen, die Schülerlabore als Lernumgebung bieten und die im Hinblick auf ihre Wirkung als Interesse fördernde Faktoren untersucht werden sollen.

Weil aus pädagogischer Sicht eine langfristige Wirkung auf das Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften anzustreben ist, von eintägigen Aufenthalten in Schülerlaboren jedoch nur die Bildung eines situationalen Interesses erwartet werden kann, sind die Bedingungen und Modellierungen einer Entwicklung des situationalen zu einem individuellen Interesse für Studien in Lernumgebungen von wissenschaftlichem Interesse und werden beschrieben. Das situative Erleben eines Schülerlabors und die Berücksichtigung der „basic needs“ in dieser Lernumgebung sind von entscheidender Bedeutung für die Interessengenese, insbesondere weil der Aufenthalt im Schülerlabor eine handlungsorientierte Lernform darstellt. Für eben diese handlungsorientierte Auseinanderset-

zung mit der Lernumgebung kann auch eine große Bedeutung des Selbstkonzepts angenommen werden.

5.3 INTERESSE UND LEHR-LERN-SITUATIONEN

In empirischen Untersuchungen zum Lernen kann Interesse zum einen als erklärender Faktor für Lernleistungen, zum anderen auch als Unterrichtsziel in der Funktion einer längerfristigen Präferenz für bestimmte Lerngegenstände betrachtet werden. Lernen mit Interesse beeinflusst die Bereitschaft zum Weiterlernen und zum Aufbau von Kompetenzen durch Interesse (*Prenzel, 1996, S. 1326*). In einer Metaanalyse von *Schiefele, Krapp et al. (1993)* sind Studien bezüglich des Zusammenhangs von thematischem Interesse und Indikatoren des Schul- bzw. Studienerfolgs zusammengefasst. Über alle Fächer und Schulstufen hinweg ergibt sich eine mittlere Korrelation von $r = .30$.

Interindividuelle Unterschiede des individuellen Interesses und deren mögliche Erklärung werden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht. Statt dessen sind die Forschungsfragen gekennzeichnet durch eine *prozessorientierte Perspektive, aus der sich die Frage nach den Auslöse- oder Entstehungsbedingungen von Interessen in Schülerlaboren als Lernumgebung stellt*.

Für die Fragestellungen dieser Studie relevante Ergebnisse empirischer Studien werden im Folgenden vorgestellt.

Folgende Aspekte sind von besonderer Bedeutung und werden nacheinander betrachtet:

1. Die individuellen Interessen und weitere Persönlichkeitsmerkmale der Lernenden als Faktoren der Interessengenese.
2. Die Bedeutung der „basic needs“ (Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit) als Faktoren der Interessengenese.
3. Die Wirkung der Bedingungsvariablen der Schülerlabore als Faktoren der Interessengenese.
4. Die curriculare Einbindung des Aufenthalts im Schülerlabor als Wirkungsfaktor der Interessengenese.

In einem abschließenden Abschnitt werden die möglichen Faktoren der Interessengenese zusammenfassend betrachtet.

5.3.1 Individuelles Interesse und Persönlichkeitsmerkmale

Art und Richtung der Interessen unterliegen im Verlauf der Kindheit bzw. der Schullaufbahn einer stetigen Veränderung. Mit zunehmendem Alter verändern sich das Selbstkonzept und auch die Interessenlage der Jugendlichen. Dabei erscheint es unrealistisch anzunehmen, dass sich in der Sekundarstufe noch alle Schüler für alles gleichmäßig interessieren. Außerdem gewinnt die Geschlechterrollenidentität an Bedeutung. Als Folge verändert sich das Interessenprofil der Schüler, nicht mehr stimmige Person-Gegenstands-Bezüge werden aufgegeben (*Krapp, 1998a*), neue werden gebildet und Interessenschwerpunkte werden ausgeprägt. In der Summe führt dies zu einer Reduktion des durchschnittlichen Interesses an einem bestimmten Schulfach, wie es in vielen empirischen Studien dokumentiert wurde (zusammenfassend *Krapp, 1996a; Baumert & Köller, 1998*) und als Spezifikation der Interessen der Lernenden erklärt werden kann. Empirische Befunde, die Veränderungen der Interessen von Schülern über diese interindividuelle Entwicklung hinaus belegen, z. B. als allgemein feststellbares, bei der Mehrzahl der Schüler besonders stark sinkendes Interesse an den Naturwissenschaften, lassen sich so jedoch nicht erklären. Unter Bezug auf das Interessenkonstrukt machen sie eine Betrachtung der Lernumgebung und deren Interessantheit sowie die Wechselwirkung zwischen individuellen Merkmalen der Schüler und der Lernsituation erforderlich.

Untersuchungen in verschiedenen Ländern haben übereinstimmend gezeigt, dass das individuelle Interesse an Mathematik und naturwissenschaftlichen Fächern (mit Ausnahme von Biologie) in der Sekundarstufe überproportional abnimmt und dass davon Mädchen stärker betroffen sind als Jungen (*Hoffmann, Häußler et al., 1997; Baumert & Köller, 1998; Löwe, 1992; vgl. Krapp, 1996a*). In den gut untersuchten mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern sind insbesondere die Fächer Mathematik, Physik und Chemie von einem in der Sekundarstufe sinkenden Interesse der Lernenden betroffen (*Krapp, 1998a*). Mittlerweile liegt eine Vielzahl von Studien vor, die einzelne Aspekte dieses Prozesses analysieren (*Hoffmann, Häußler et al., 1998a; Löwe, 1992; Hesse, 1984; Laukenmann & Bleicher, 2000; Berger, 2002*).

So konnte *Löwe (1992)* zeigen, dass Alter und Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Variabilität biologischer Schülerinteressen ausüben. Im Fach Biologie zeigte sich dabei, abweichend von Ergebnissen in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern, themenübergreifend ein größeres Interesse der Mädchen. Für Lernende der Sekundarstufe II liegen Untersuchungen zum Biologieinteresse von *Dietze, Gehlhaar et al. (2005)* vor. Danach wählen Schüler den Kurs Biologie vorrangig aufgrund ihres individuellen Interesses und der Einschätzung ihrer Leistung (fachbezogenes Selbstkonzept). In den Leistungskursen der Sekundarstufe II stellen die Autoren ebenfalls ein hochsignifikant höheres Interesse der Mädchen fest.

Bezogen auf Themen des Biologieunterrichts zeigt sich, dass Inhalten, Tätigkeiten und Kontexten zu den Themen Genetik, Ökologie und Evolution ein geringeres Interesse als beispielsweise der Verhaltens- und Entwicklungsbiologie entgegengebracht wird.

Zusammenfassendes Fazit

Über alle naturwissenschaftlichen Fächer hinweg zeigen sich deutliche Einflüsse der Persönlichkeitsmerkmale Alter und Geschlecht auf das Interesse an den Naturwissenschaften. In Bezug auf das Interesse an Biologie sind diese Zusammenhänge zwar weniger deutlich, trotzdem sind geschlechtsspezifische Unterschiede im situativen Erleben der Lernumgebung Schülerlabor nicht auszuschließen.

5.3.2 Die Bedeutung der „basic needs“

Die Relevanz der „basic needs“ (Kompetenzerleben, Autonomieerleben, soziale Eingebundenheit) für den Prozess der Interessengenese im Unterricht ist empirisch vielfach belegt (*Krapp, 2003*) und in Kap. 5.2.4 beschrieben. Für *Krapp (2003)* sowie *Lewalter, Wild et al. (2001)* wird eine Lernumgebung dann vornehmlich als Interesse auslösend wirksam, wenn in der Beschäftigung mit dem Lerngegenstand ein hohes Kompetenzerleben stattfindet, da dieses am stärksten von den Bedingungen der aktuellen Lehr-Lern-Situation abhängt. Krapp nennt als wirksame Faktoren z. B. „die Art der Aufgabenstellung, Vorerfahrungen mit Leistungsanforderungen im gleichen Fachgebiet oder Modalitäten des Feedbacks“. Kompetenzerleben erwies sich auch in der Studie von *Lewalter, Wild et al. (2001)* bei einer retrospektiven Analyse der Interessengenese als wichtigster Faktor (für über 70% der Befragten), gefolgt von dem Gefühl der sozialen Eingebundenheit (65-67%) und der Erfahrung von Autonomie (41%). Für das Erleben sozialer Eingebundenheit ergeben sich dabei im Unterschied zu den beiden anderen Erlebensqualitäten deutliche Unterschiede zwischen tätigkeits- und themenspezifischen Interessen.

In einer dem Aufenthalt im Schülerlabor vergleichbaren experimentellen Lernumgebung hat v. *Aufschnaiter (1999)* ebenfalls das Kompetenzerleben als bedeutsamsten Faktor des situativen Erlebens identifiziert. *Rheinberg & Vollmeyer (2000)* untersuchten den Zusammenhang zwischen Herausforderung und Sachinteresse und stellten in verschiedenen Teilstudien signifikante Zusammenhänge mit gemeinsamen Varianzen der beiden Konstrukte zwischen 20% und 28% fest. Signifikant wurden die Zusammenhänge zwischen Sachinteresse und Lernleistung in der Gruppe der Hoch-Herausgeforderten, in der Gruppe der Niedrig-Herausgeforderten dagegen erwartungsgemäß nicht. Lernende müssen eine Situation demzufolge als Gelegenheit zur Kompetenzsteigerung wahrnehmen, um überhaupt in eine Interaktion mit dem Lernmaterial einzutreten.

Im Rahmen der Zusammenführung des theoretischen Hintergrunds wird in Kapitel 5.4.2.2 auf die Bedeutung der „Basic needs“ für das Konzept der vorliegenden Arbeit eingegangen.

5.3.3 Bedingungen der Schülerlabore als Faktoren der Interessengenesse

Interesse an einem Thema entsteht in der Auseinandersetzung des Schülers mit dem Lerngegenstand in einer bestimmten Lernumgebung. Es ist ein didaktisches Ziel, Lernumgebungen so zu gestalten, dass möglichst viele Schüler angesprochen werden und ein aktualisiertes bzw. situationales Interesse entwickeln. Schülerlabore als Lernumgebung bieten den Lernenden mehrere Bedingungen, die als Faktoren der Interessengenesse auch bereits im herkömmlichen Unterricht verwirklicht und empirisch untersucht wurden. Für diese auch im Schülerlabor relevanten Konzepte der Unterrichtsgestaltung werden im Folgenden Studien vorgestellt, deren Ergebnisse in die Fragestellungen der vorliegenden Studie eingehen. Zunächst werden Kontexte, Experimente und situiertes Lernen als Faktoren der Interessengenesse beschrieben. Im Anschluss wird auf Ergebnisse aus empirischen Studien eingegangen, die außerschulische Lernorte als Interesse fördernde Lernumgebung untersucht haben.

5.3.3.1 Kontexte

In der IPN-Interessenstudie Physik wurde Interesse als dreidimensionales Konstrukt verstanden (*Häußler, Hoffmann et al.*, 1998), nämlich als Interesse an einem bestimmten Sachgebiet der Physik, Interesse an Kontexten zu diesen Gebieten sowie Interesse an einer bestimmten Tätigkeit, die im Zusammenhang mit diesem Sachgebiet steht. Häußler und Hoffmann konnten zeigen, dass Schüler mehr Interesse am Physikunterricht haben, wenn Themen behandelt werden, die einen gewissen lebensweltlichen Bezug beinhalten, und Schüler erkennen lassen, dass sie dieses Wissen auch nutzen können. Das betrifft sowohl Themenbereiche, die für die Schüler persönlich relevant sind als auch Kontexte, die gesellschaftliche Relevanz besitzen. Interessenlagen von Schülerinnen und Schülern sind demnach auch abhängig vom Kontext, in dem Sachverhalte oder Tätigkeiten präsentiert werden. Das Konzept der IPN-Interessenstudie wurde von *Bayrhuber, Häußler et al.* (2002) sowie *Hemmer, Hemmer et al.* (2005) auf die Erhebung des Interesses von Schülern an geowissenschaftlichen Themen übertragen. Hier zeigte sich erwartungsgemäß, dass das Interesse an einem Inhalt sich signifikant in Abhängigkeit von dem Kontext, mit dem es in Beziehung gebracht wird, ändert. Darüber hinaus zeigte sich ein hohes Interesse der Schüler an praktischen Tätigkeiten, der Führung durch Institute sowie an der Durchführung eigener Versuche in Instituten. Insgesamt werden diejenigen Themen am interessantesten bewertet, bei denen ein Bezug zum Menschen bzw. zu Lebewesen und zur Umweltgefährdung immanent vorhanden ist. Für die Kontexte Individuum, Gesellschaft sowie soziale Verantwortung wird das höchste Interesse von den Schülern geäußert. Bezüglich des Interesses an Themen und Kontexten zeigten sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Weise, dass Mädchen ein höheres Inte-

resse an gesellschaftlich relevanten und das Individuum betreffenden Themen bekunden.

Mehrere Studien untersuchten geschlechtsspezifische Unterschiede im Zusammenhang mit einem kontextorientierten Unterricht. Eingebettet in einen technischen Kontext sind physikalische und botanische Themen für Jungen interessanter, während Schülerinnen mehr Interesse zeigen, wenn botanische Inhalte thematisch in den Kontext von Haus und Garten eingebettet sind (*Todt & Händel, 1888*). Für den Biologieunterricht konnten *Todt und Händel (1988)* ebenfalls eine Interesse fördernde Bedeutung gesellschaftlich relevanter Kontexte im Bereich Gentechnik nachweisen. Hier war die Geschlechterdifferenz der Interessen minimal. Für den Unterricht in der Oberstufe bestätigte *Berger (2002)* diese Ergebnisse, indem er zeigen konnte, dass bei gleichem fachlichem Anspruchsniveau eine kontextorientierte Unterrichtskonzeption einem herkömmlich gestalteten Unterricht hinsichtlich der Interessantheit wesentlich überlegen ist. Insbesondere werden diejenigen Mädchen dadurch gefördert, deren individuelles Interesse unterdurchschnittlich ist. Bei Jungen zeigt sich der kontextorientierte Unterricht dagegen unabhängig vom individuellen Interesse einem herkömmlichen Unterricht überlegen. Diese für das situationale Interesse geltenden Ergebnisse schlugen sich jedoch nicht in einer Änderung des langfristigen, individuellen Interesses nieder, was von *Berger (2002)* mit dem geringen zeitlichen Umfang der Unterrichtseinheit erklärt wird. Dagegen konnte von *Colicchia (2002, S. 171)* ein gesteigertes längerfristiges Fach- sowie Physikinteresse bei den Lernenden infolge von kontextorientierten Unterrichtseinheiten, in denen physikalische Sachverhalte über medizinische Anwendungsbereiche thematisiert wurden, festgestellt werden.

Für das Fach Biologie liegt eine Studie vor, die zeigt, dass Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II besonders stark an biologischen Inhalten interessiert sind, die in humanbiologische bzw. praxis- und alltagsrelevante Kontexte eingebettet sind (*Dietze, Gehlhaar et al., 2005*)

5.3.3.2 Experimentieren

Dem Labor als besonderer Lernumgebung wird ein hohes Potenzial, Interesse an den Naturwissenschaften zu fördern, zugeschrieben (*Hofstein & Lunetta, 2004; Freedman, 1997*).

In einer Studie von *Ben-Zvi, Hofstein et al. (1977)* bescheinigten die befragten Schüler der praktischen Tätigkeit im Labor gegenüber allen anderen instruktionalen Maßnahmen den größten Einfluss auf eine Steigerung ihres Interesses an den Naturwissenschaften. Positiv beeinflusst durch das Experimentieren im Labor wird auch die Bereitschaft, sich in weiteren Kursen mit naturwissenschaftlichen Fächern zu beschäftigen (*Hofstein & Lunetta, 2004; Hofstein, 2004 S. 256*). Besonders zwischen Interesse und einem Inquiry-orientierten Ansatz des Experimentierens (vgl. Kap. 4.3) im Labor zeigen sich positive Korrelationen.

Andere Autoren sehen positive motivationale Wirkungen des Experimentierens eher kritisch. So gehen *Gardner & Gauld* (1990; vgl. auch *Hodson*, 1993) davon aus, dass das, was Schülern während des Experimentierens im Labor Spaß macht, nicht unbedingt in Beziehung steht zum intendierten Lernprozess:

Often it is the opportunity to engage in the variety of active learning methods, to interact more freely with the teacher and with other children, and to pace the work as it suits them, that appeals, rather than the opportunity to conduct bench work investigations per se (S. 91).

Pickering (1987) sieht motivationsfördernde Bedingungen beim Experimentieren im Labor dann gegeben, wenn bestimmte Bedürfnisse der Lernenden berücksichtigt werden und sie ganz allgemein in die Lage versetzt werden, Herausforderungen zu meistern. Damit stellt er einen direkten Bezug zum Konstrukt der Interessengenesse nach Krapp auf (vgl. Kap. 5.2.4). Konkret geht es für ihn darum, dass Experimente so strukturiert sein sollten, dass sie den Charakter eines ‚puzzles‘ haben, bei denen also noch nicht alles bekannt ist. Zweitens sollten die Experimente sorgfältig beschrieben und angeleitet sein, so dass sie von allen Schülern durchgeführt werden können. Darüber hinaus sollten die Experimente durchaus auch die Grenzen des Wissens aufzeigen und an in der Wissenschaft noch offene Fragen heranführen. Nicht zuletzt wirken sich eine gute (schriftliche) Vorbereitung der Lernenden auf die durchzuführenden Experimente sowie eine Präsentation und Kommunikation der Ergebnisse in vielfältiger Form als motivationsfördernde Faktoren aus.

Adar (1969, zitiert in *Kempa & Diaz*, 1990)) identifizierte vier verschiedene motivationale Bedürfnisse und konnte anhand dieser auch vier verschiedene Schülertypen identifizieren:

1. Das Bedürfnis, erfolgreich zu lernen (leistungsbewusst);
2. das Bedürfnis, Neugierde zu befriedigen (neugierig);
3. das Bedürfnis, eine Aufgabe zu erledigen (gewissenhaft);
4. das Bedürfnis, mit anderen zusammen zu sein (sozial).

Hofstein & Kempa (1985) sowie *Kempa & Diaz* (1990) nehmen Bezug auf die Studie von *Adar* und konnten in ihren Studien zu motivationalen Schülermerkmalen und Merkmalen des Unterrichts ebenfalls diese vier Schülertypen identifizieren, die sich in ihrer Einschätzung und Bewertung von instruktionalen Bedingungen des Unterrichts signifikant unterscheiden (Abb. 5.3).

Instruktionale Variable	Motivationsstyp			
	neugierig	leistungsbewusst	gewissenhaft	sozial, gruppenbezogen
Entdeckendes Lernen	++	+		(+)
Gruppenarbeit			(+)	++
Experimentieren	++			(+)
Experimentieren nach Anleitung	--		++	
Gelegenheit, eigene Fragestellungen zu bearbeiten	+	+		++

++ starke Präferenz; + mäßige Präferenz; (+) (-) indirekter moderater Effekt
 -- starke Abneigung; -mäßige Abneigung, **leeres Feld**: kein signifik. Effekt

Abbildung 5.3: Beziehung zwischen Motivationstypen und der Präferenz bzw. Abneigung gegenüber bestimmten instruktionalen Merkmalen des Unterrichts (verändert nach *Kempa & Diaz* (1990, S. 215).

In ihrer Studie konnte gezeigt werden, dass sich die Motivationstypen insbesondere hinsichtlich der Qualität des Experimentierens - eher offen bzw. nach präziser Instruktion - unterscheiden lassen. Während leistungsbewusste Schüler keinerlei signifikante Beziehung zur Art des Experimentierens zeigen, bevorzugt der neugierige Typ das offene Experimentieren, der gewissenhafte Typ bevorzugt das Experimentieren nach klaren Instruktionen.

Hofstein, Ben-Zvi et al. (1976) entwickelten ein Messinstrument zu Interesse und Einstellungen in Bezug auf Labwork („attitude and interest inventory“). Eine Faktorenanalyse führte zu 8 Faktoren, die inhaltlich folgendermaßen charakterisiert werden können:

1. Labwork als Bestandteil des Lernens in den Naturwissenschaften,
2. Umfang von Labwork,
3. Wertbeimessung für Labwork,
4. Wert des Experimentierens als instruktionale Methode,
5. Freude an Labwork,
6. Bewertung des Experimentierens als Lehrmethode,
7. Vorteile von Labwork,
8. längerfristige positive Wirkung von Labwork.

Die ursprüngliche Annahme, Interesse an Labwork sei ein eindimensionales Konstrukt konnte nicht bestätigt werden (*Hofstein, Ben-Zvi et al.*, 1976, S. 409). Stattdessen werden Faktoren (z. B. Wertaspekt) beschrieben, die auch in enger Beziehung zum Interessenkonstrukt der pädagogischen Psychologie stehen (vgl. Kap. 5.2). Insgesamt und be-

zogen auf alle Aspekte erwies sich Labwork in ihrer Studie als Interesse fördernd bei den Lernenden im Labor und dies unabhängig von der ursprünglichen mehr oder weniger positiven Einstellung gegenüber Naturwissenschaften. Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten nicht festgestellt werden.

Untersuchungen zum Interesse der Schüler am Experimentieren von Hesse (1984) ergaben für das Experimentieren als Methode der Erkenntnisgewinnung nur geringe Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen sowie schwächere Interessenabnahmen im Schulaltersverlauf als beim gesamten Biologieinteresse.

5.3.3.3 Authentizität und situiertes Lernen

Nach Prenzel & Lankes (1995, S. 12) unterstützen „ganzheitliche, fächerübergreifende phänomennahe anwendungsbezogene und problemnahe Zugänge zum Stoff“ das Lernen mit Interesse.

Motivierende Effekte situierter Lernumgebungen sind z. B. für die Jasper-Lernumgebung der („*Cognition and Technology Group at Vanderbilt*“, 1997; vgl. auch Krapp, 1998a) beschrieben. Die Schüler waren nach Abschluss der Lerneinheit selbstbewusster, interessierter und schrieben dem Unterricht einen größeren Nutzen zu (Goldman, Mayfield-Stewart et al., 1998). Grundsätzlich wird von situierten Lernumgebungen angenommen, dass sie vor allem auf die epistemische Interessenkomponente (Wunsch nach Wissenserwerb, „Forscherdrang“) wirken. Da eine situierte Lernumgebung in der Regel eine handelnde Auseinandersetzung der Lernenden mit einer Aufgabe oder einem Problem beinhaltet, wird neben der Aktivierung gegenstandszentrierten Interesses auch eine Aktivierung tätigkeitszentrierter intrinsischer Motivation erwartet (vgl. Kap. 5.1.1), bei deren Vorhandensein Handlungen primär um der Handlung selbst willen und weniger aus inhaltlichem Interesse erfolgen (Stark & Mandl, 2000, S. 99).

5.3.3.4 Der Faktor „Außerschulischer Lernort“

Bittner (2003) hat in einer Studie die Wirkung des Besuchs außerschulischer Lernorte auf das Interesse an biologischen Themen untersucht. Obwohl die Lernorte sowohl thematisch (Ökologie) als auch konzeptionell (Wald-Informationszentrum) große Unterschiede zu den in der vorliegenden Studie untersuchten Schülerlaboren aufweisen, soll aufgrund der ähnlichen empirischen Fragestellung näher auf die Ergebnisse eingegangen werden. Bittner konnte einen geringen Einfluss des Alters als Prädiktor für das situationale Interesse feststellen. Eine Abnahme des situationalen Interesses mit zunehmendem Alter der Schüler wird von Bittner mit einem möglicherweise abnehmenden Kompetenzerleben aufgrund von Unterforderung in der Bildungssituation bei den älteren Lernenden diskutiert. Vorangegangene Naturerfahrungen der Schüler zeigten dagegen positive Effekte auf das in dieser Studie gemessene situationale Interesse. Der wichtigste Prädiktor für das situationale Interesse im Rahmen des Besuchs des außerschulischen Lernortes waren jedoch die methodisch-didaktischen Aspekte der Veranstaltung, d. h. die Bedingungsfaktoren des Lernortes. Indirekte Effekte ergaben sich dabei für das Interpretierenverhalten, d. h. die persönliche Betreuung durch Mitarbeiter des außerschuli-

schen Lernortes. Das situationale Interesse wies darüber hinaus Zusammenhänge mit dem von den Schülern geäußerten spezifischen Naturschutzinteresse auf. Mittelfristige Effekte des Aufenthalts auf das individuelle Interesse konnten dagegen nicht gezeigt werden. Auch *Bogner* (1998) weist nach, dass im Rahmen eintägiger Teilnahme an außerschulischen Bildungsmaßnahmen im Bayerischen Wald nur wenige Aspekte des Interesses tatsächlich mittelfristig beeinflusst werden können.

Scharfenberg (2005) hat eine empirische Studie zum Lernen im Schülerlabor im direkten Vergleich mit einem thematisch gleichen Schulunterricht sowie einem Aufenthalt im Schülerlabor ohne eigene gentechnische Experimente der Schüler durchgeführt und dabei Akzeptanz der Lernumgebung, Interesse an gentechnischen Aspekten und Wissenserwerb erhoben. Er stellte eine Abnahme des Interesses an gentechnischen Fragen über drei Messzeitpunkte und im Zusammenhang mit der Intervention, d.h. für die selbst experimentierende Gruppe im Schülerlabor, fest, allerdings ausgehend von einem sehr hohen Interesse zum ersten Messzeitpunkt. Positiv korrelierten sowohl das Vorwissen als auch das persistente Wissen im Nachtest mit der rückblickenden affektiven Bewertung des Unterrichts im Schülerlabor. Durch den Aufenthalt im Schülerlabor lassen sich nach Scharfenberg sowohl in der experimentierenden als auch der nicht experimentierenden, aber sich im Schülerlabor aufhaltenden Kontrollgruppe besonders schlechtere Schüler besser ansprechen (Akzeptanz), was auf eine eigene positive Wirkung des außerschulischen Lernortes hindeutet. Die geäußerte positive Bewertung des Experimentierens im Schülerlabor durch die Lernenden schlägt sich jedoch nicht dauerhaft im Lernerfolg dieser Gruppe nieder, insbesondere nicht in der längerfristigen Behaltensleistung. In diesem Zusammenhang diskutiert Scharfenberg eine negative Beeinflussung des Lernvorgangs in der komplexen Lernsituation der selbst experimentierenden Schüler im Vergleich zu den nicht experimentierenden Kontrollgruppen und weist auf eine Verbindung zur „cognitive load theory“ hin, die eine lernhinderliche kognitive Belastung infolge einer das Arbeitsgedächtnis überfordernden Lernsituation beschreibt.

Engeln (2004) untersuchte die Wirkung von Schülerlaboren auf das Interesse an Physik bei Neuntklässlern. Sie stellt keine geschlechtsspezifischen Unterschiede beim aktualisierten Interesse fest, kann aber nachweisen, dass die Bedingungsvariablen der Labore für Schüler mit hohem bzw. niedrigem Sachinteresse in unterschiedlicher Weise auf das aktualisierte Interesse Einfluss nehmen. Engeln differenziert die Dimensionen des Interesses und kann für die Wert-Komponente einen mittelfristigen positiven Effekt des Schülerlabor-Besuchs zeigen, während die Werte für die emotionale Dimension und die epistemische Komponente des Interesses nach 12 Wochen im Vergleich zur Erhebung unmittelbar im Anschluss an den Besuch wieder absinken.

5.3.4 Interessenstrukturen und Schülertypen

Offensichtlich unterscheiden sich Schüler in der Wahrnehmung von Merkmalen der Lernumgebung, die als Interesse fördernde Faktoren gelten. *Rost, Sievers et al.* (1999)

konnten zeigen, dass sich das Interesse der Lernenden sowohl quantitativ als auch in seiner qualitativen Struktur unterscheidet. Interesse wurde in dieser Studie hinsichtlich der Faktoren Tätigkeit, Kontext und Gebiet differenziert und die Schüler wurden in verschiedene Interessentypen eingeteilt (vgl. auch *Sievers* (1999)).

Es konnten drei verschiedene Typen kategorisiert werden:

1. Ein Typ, der sich vor allem für Anwendungen der Physik, bzw. für die Bedeutung der Physik in der Gesellschaft interessierte.
2. Ein Typ, der sich für nahezu alle Aspekte der Physik interessierte und für den die Konzepte und Grundlagen der Physik als Wissenschaft von großer Bedeutung waren.
3. Ein dritter Typ, der ein „nicht geordnetes Antwortverhalten“ und damit keine eindeutige Präferenz zeigte.

Der Einfluss der Physikgebiete auf die Interessenstrukturen erwies sich in der Studie von *Sievers* (1999) als gering. Sie spielten neben Tätigkeiten und Kontexten nur eine untergeordnete Rolle. Diese Ergebnisse belegen die Bedeutung eines kontextorientierten und tätigkeitszentrierten Unterrichts als einen das Interesse beeinflussenden Faktor der Lernumgebung und zeigen gleichzeitig, dass durch das Zusammenwirken mit individuellen Lernermerkmalen verschiedene Interessenstrukturen auftreten, die die Beziehung zwischen Lerner und Lernumgebung repräsentieren. Dass dabei in dieser Studie wenigstens zwei Typen als solche identifiziert werden können, weist auf signifikante Beziehungen zwischen bestimmten Lernermerkmalen und den Bedingungen der Lernumgebung hin.

5.3.5 Interesse am Thema Molekularbiologie

In Kapitel 3 wurde die Molekularbiologie als thematischer Schwerpunkt der an der Untersuchung beteiligten biologisch ausgerichteten Schülerlabore unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte dargestellt und auf ihre besondere Eignung für das Experimentieren im Schülerlabor hingewiesen. Inwieweit Lernende an diesem Thema Interesse haben, wird im Folgenden unter Bezug auf vorliegende empirische Studien dargestellt. Auf dieser Grundlage kann in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, ob bzw. in welcher Weise Unterschiede im bekundeten Interesse am Thema Molekularbiologie bei Schülern im Schülerlabor auftreten.

Parallel zu der Einführung von Themen der Biotechnologie in den Unterricht der allgemeinbildenden Schulen wurden zunächst die Einstellungen, d. h. Hoffnungen und Befürchtungen der Schüler erhoben (*Todt & Götz*, 1997). In einer Folgestudie wurde dann von diesen Autoren auch das Interesse an Themenfeldern der Gentechnologie in einer Stichprobe von 600 Schülern der Jahrgangsstufe 10-12 untersucht (*Todt & Götz*, 1998). Dabei wurde der Frage nachgegangen, inwieweit sich Schüler der Sekundarstufe für verschiedene Themen bzw. Aspekte der Gentechnologie interessieren bzw. womit das Interesse an verschiedenen Themen der Gentechnologie zusammenhängt. Die unter-

suchten Variablen waren in diesem Zusammenhang das Geschlecht, das Vorwissen, die allgemeinen Interessen an Biologie sowie die Hoffnungen und Befürchtungen gegenüber der Gentechnologie. Erhoben wurde das Interesse mit einem Erhebungsinstrument, das zu 37 Aspekten der Gentechnologie das Interesse sowie das subjektiv eingeschätzte Wissen abfragte.

Die Ergebnisse zeigten ein recht großes und differenziertes Informationsinteresse der befragten Schüler. Insbesondere die folgenden Aspekte wurden von allen Schülern häufig genannt:

- „Unfallgefahr im Rahmen gentechnologischer Arbeiten“,
- die „Möglichkeiten, mit Hilfe gentechnischer Methoden Erbkrankheiten zu heilen“,
- die „Sicht von Fachleuten im Hinblick auf die Entwicklung der Gentechnologie in der Zukunft“,
- wie „gentechnische Methoden genutzt werden können, um Energie zu gewinnen“,
- welche „ethischen Probleme mit der Anwendung von Erkenntnissen der Gentechnik verbunden sind“,
- wie „mit gentechnischen Methoden pharmazeutische Produkte hergestellt werden können“,
- welche „Sicherheitsvorschriften für Forschung und Anwendung im Bereich der Gentechnik gesetzlich vorgeschrieben sind“,

Eine differenzierte Betrachtung von Schülern mit einem hohen allgemeinen Interesse an Biologie im Vergleich zu einer an Biologie wenig interessierten Gruppe ergab deutlich Differenzen in der Entscheidung hinsichtlich der für sie besonders interessanten Aspekte. Für Schüler mit allgemein hohem Interesse spielen neben den anwendungsorientierten Aspekten auch grundlegende inhaltliche und methodische Fragen eine wichtige Rolle. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Interessenlage zeigten sich nur in geringem Ausmaß, und zwar insofern, als Mädchen soziale bzw. ethische, Jungen dagegen wirtschaftlich-technische Aspekte der Gentechnik als besonders interessant einstufen.

Die Auswertung einer Längsschnitterhebung der gleichen Autoren ergab, dass Schüler offensichtlich erst beim Übergang von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II Interesse an Themen der Gentechnik entwickeln, was von den Autoren der Studie auf entsprechende kognitive und sozial-emotionale Entwicklungen in dieser Altersstufe zurückgeführt wird. Hinsichtlich der Informationsvermittlung über gentechnische Themen wurden Experten aus der Universität, Fachlehrer sowie Fachsendungen im Fernsehen als besonders vertrauenswürdig eingeschätzt. In Bezug auf Hoffnungen und Befürchtungen gegenüber der Gentechnik zeigten sich bei beiden Geschlechtern weder eine generelle Zustimmung noch generelle Ablehnung, sondern die Lernenden hatten reflektierte und differenzierte Ansichten und demonstrierten große Bereitschaft, sich vor entsprechenden

Entscheidungen umfassend zu informieren. Insgesamt betrachten *Todt & Götz* (1998) die Interessen der Schüler an Aspekten der Gentechnologie als wenig wissensbasiert und weisen auf die Bedeutung eines gut strukturierten, anschaulichen und abwechslungsreichen Unterrichts hin, um Kompetenzen „zum ethischen Diskurs und zur Beantwortung von wissenschaftlichen Fragen aufzubauen und damit spezifisches Interesse an der Gentechnologie zu stabilisieren“.

Die Studien von *Todt und Götz* zum Interesse an Gentechnologie bildeten die Grundlage für weitere Erhebungen zu diesem Thema in unterschiedlichen didaktischen Kontexten. *Scharfenberg* (2005) untersuchte sowohl im herkömmlichen Unterricht als auch im Schülerlabor das Interesse an gentechnischen Fragestellungen, methodisch ebenfalls auf der Basis der Studie von *Todt & Götz* (1998). Eine Faktorenanalyse aller Items ergab eine Faktorenstruktur mit einer klaren Einteilung der Aspekte „Anwendungen der Gentechnik beim Menschen“, „Anwendungen der Grünen Gentechnik“ sowie „ethische Aspekte der Gentechnik“. Die Gesamtbetrachtung über drei Messzeitpunkte ergab ein insgesamt abnehmendes Interesse an allen Aspekten der Gentechnik im Verlauf der Unterrichtseinheit. Insbesondere das im Vortest hohe Interesse an ethischen Aspekten sowie an den Menschen betreffenden Anwendungsaspekten sank kontinuierlich und signifikant über drei Messpunkte. Bemerkenswert ist, dass für diese signifikante Abnahme geschlechtsspezifische Unterschiede in der Weise verantwortlich sind, dass das hohe Interesse der Mädchen absinkt, während das geringere Interesse der Jungen eher stabil bleibt. Weiterhin bemerkenswert ist das Ergebnis, dass beim Vergleich der selbst experimentierenden Schülergruppe im Schülerlabor mit zwei nicht experimentierenden Vergleichsgruppen nur die Abnahme des Interesses in der experimentierenden Gruppe bedeutsam und statistisch signifikant ist (*Scharfenberg*, 2005). Der Autor interpretiert die Ergebnisse dahingehend, dass lediglich die epistemische Interessenkomponente, d. h. der Wunsch nach einem weiteren Wissenserwerb operationalisiert wurde und dieses epistemische Interesse an der Gentechnik bei der experimentierenden Gruppe evtl. bereits „befriedigt“ wurde.

5.3.6 Grad der Einbindung des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht als Faktor der Interessengnese

Empirische Untersuchungen zur Bedeutung der Integration des Besuchs eines außerschulischen Lernortes in den Fachunterricht liegen kaum vor. Für einen Museumsbesuch konnten *Finson & Enochs* (1987) in ihrer Studie belegen, dass die Einstellung von Schülern gegenüber naturwissenschaftlichen Themen nach einem Museumsbesuch positiver ist, wenn dieser im Unterricht vor- bzw. nachbereitet wurde. Für mehrfache Besuche von Schülerlaboren im Bereich Physik haben *Guderian et al.* (2005) den Faktor Integration in den Unterricht im Hinblick auf das Interesse der Schüler untersucht. Für die emotionale Valenz des Interesses wurden keine Unterschiede zwischen beiden Schülergruppen beobachtet, die epistemische Komponente des Interesses unterschied sich jedoch deut-

lich und zeigt ein gleich bleibendes epistemisches Interesse bei curricularer Einbindung sowie Schwankungen der epistemischen Interessenkomponente in der Vergleichsgruppe. Dabei liegen die Werte für das epistemische Interesse dieser Vergleichsgruppe unmittelbar nach dem Besuch des Schülerlabors sogar höher, sinken dann jedoch signifikant ab. Eine von den Autoren unter Berücksichtigung des explorativen Charakters der Studie vorgenommene Interpretation macht für dieses unerwartete Ergebnis den höheren, aber nur kurzfristigen Neuigkeitseffekt verantwortlich, während sich bei curricularer Einbindung der Schülerlaboraufenthalte ein auf hohem Niveau stabiles epistemisches Interesse bei den Lernenden entwickelt.

Im Hinblick auf das Experimentieren und Labwork wurde in mehreren Studien der SLEI-Fragebogen (vgl. Kap. 4.3) eingesetzt, in dem die Integration der Labwork-Aktivitäten in den Fachunterricht in einer eigenen Skala abgebildet ist. Zu den wesentlichen Erkenntnissen dieser Arbeiten gehört, dass von allen Skalen diejenige, die die Einbindung in den regulären Unterricht abbildet, die stärksten positiven Korrelationen sowohl zu den motivationalen als auch zu den kognitiven Wirkungen von Labwork zeigt (Fisher, Henderson & Fraser 1997, McRobbie & Fraser 1993a).

5.3.7 Zusammenfassung

Für das individuelle Interesse an den Naturwissenschaften als einem Persönlichkeitsmerkmal zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fächern. Auch die Unterschiede zwischen den Geschlechtern weisen keine einheitliche Tendenz auf. In der Sekundarstufe II scheinen sich Interessen zu stabilisieren und beeinflussen dann auch die Wahl der Leistungskurse.

Das situative Erleben einer Lernumgebung hängt wesentlich von der Erfüllung der drei „basic needs“ ab und die entsprechenden Zusammenhänge werden beschrieben. Besonders das Kompetenzerleben muss in handlungsorientierten Lernumgebungen als bedeutsamer Faktor der Interessengenese betrachtet werden.

Die Bedingungen der Schülerlabore „Experimentieren“, „Kontextbezüge“ und „authentische Lernumgebung“ werden als Faktoren der Interessantheit der Lernumgebung betrachtet. Dazu werden empirische Studien aus herkömmlichen Unterrichtssituationen, die überwiegend jeweils eine der Bedingungen untersucht haben, herangezogen. Schließlich wird auf die wenigen vorliegenden Studien, die sich speziell auf Schülerlabore als Interesse fördernde Lernumgebung beziehen, eingegangen.

Studien zum Interesse an Molekularbiologie, als dem biologischen Thema des Aufenthalts im Schülerlabor machen deutlich, an welchen Aspekten dieses Themas die Schüler im Schulunterricht Interesse zeigen.

Eine empirische Studie zeigt die Möglichkeit auf, Schülertypen aufgrund ihres Interesses an Inhalten, Tätigkeiten bzw. Kontexten zu identifizieren.

Der Abschluss des Kapitels geht auf die Bedeutung der Einbindung von Schülerlaborbesuchen im Hinblick auf das Interesse ein und nimmt Bezug auf die wenigen vorliegenden empirischen Daten.

5.4 ZUSAMMENFÜHRUNG DES THEORETISCHEN RAHMENS

Nachdem der theoretische Rahmen sowohl für das Interesse als abhängige Variable als auch für die relevanten Interesse fördernden Bedingungen der Schülerlabore dargestellt wurde, sollen in diesem Kapitel die Beziehungen zwischen den Variablen aufgezeigt werden, wie sie sich aus dem Stand der Forschung ergeben. Diese bilden die Grundlage für die im darauf folgenden Kapitel formulierten Forschungsfragen.

5.4.1 Persönlichkeitsmerkmale

Insbesondere für das individuelle Interesse ergeben sich aufgrund der Interessentheorie enge Beziehungen zum Selbstkonzept der Individuen (vgl. Kap 5.2.5). Empirisch belegt sind darüber hinaus Korrelationen zum Lernerfolg und zum Geschlecht der Lernenden. Auch für das situationale Interesse, das aufgrund der Anreizbedingungen der Lernumgebung entsteht, können für verschiedene Untersuchungen die beschriebenen korrelativen Beziehungen zum Geschlecht der Lernenden sowie zur Schulleistung festgestellt werden.

Um ihre Beziehungen zum situationalen bzw. aktualisierten Interesse und zur Wahrnehmung der Schülerlabor-Bedingungen analysieren zu können, werden deshalb folgende Schülermerkmale erhoben und gehen in die Analyse ein:

- das individuelle Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften,
- das Selbstkonzept der Lernenden,
- das Geschlecht,
- die Schulleistung in den naturwissenschaftlichen Fächern,
- die beiden Lieblingsfächer.

5.4.2 Merkmale der Lernumgebung

Verschiedene Autoren haben, abgeleitet aus empirischen Studien, allgemeingültige Merkmale Interesse fördernder Lernumgebungen beschrieben. Diese werden nun im Hinblick darauf betrachtet, inwieweit sie in Schülerlaboren als Lernumgebung verwirklicht sind:

Von *Bergin* (1999) werden Faktoren genannt, die sowohl das individuelle Interesse beeinflussen als auch Bedingungen, die das situationale Interesse der Lernenden im Unterricht auslösen können.

Für das individuelle Interesse erscheinen ihm Wertbeimessung, Kompetenzerleben, positive Gefühle, Zielorientierung und Vorwissen von Bedeutung. Situational wirksame, Interesse auslösende Faktoren sind hands-on-Aktivitäten, Neuigkeitseffekte, kognitive Konflikte, soziale Interaktionen und Spiele.

Prenzel et al. (1998) leiten neben den drei „basic needs“ weitere Interesse fördernde Lernbedingungen aus instruktionstheoretischen Ansätzen ab und beschreiben diese wie folgt (vgl. *Kramer*, 2002):

- wahrgenommene inhaltliche Relevanz des Lernstoffes (Realitätsnähe, Anwendungsbezüge),
- wahrgenommene Instruktionsqualität (Klare Struktur, Verständlichkeit, Handlungsorientierung),
- Interesse des Lehrenden,
- wahrgenommene soziale Einbindung (Lernatmosphäre),
- wahrgenommene Kompetenzunterstützung (Rückmeldung aus der Sache, informierendes feedback),
- wahrgenommene Autonomieunterstützung (Wahlmöglichkeiten, selbständiges Handeln).

Auch *Baumert & Köller* (1998, S. 246) haben aufgrund empirischer Forschungsergebnisse Bedingungen formuliert, unter denen sich situationales Interesse bzw. individuelles Interesse entwickeln kann:

- Situationales und evtl. auch individuelles Interesse entwickelt sich, wenn die Unterrichtsthemen lebensweltliche Kontexte und die Interessen der Schüler berücksichtigen.
- Individuelles Interesse entwickelt sich in Bereichen, in denen sich eine Person als selbstbestimmt und kompetent erlebt. Kompetenzerleben hat dabei einen engen Bezug zum Selbstkonzept der Person.

Diese drei Ansätze stimmen in wesentlichen Punkten überein, setzen darüber hinaus jeweils eigene Schwerpunkte und werden in der vorliegenden Studie wie folgt berücksichtigt:

Die Erlebensqualitäten („basic needs“) und hier insbesondere das Kompetenzerleben werden in den Arbeiten aller drei Autoren (-gruppen) berücksichtigt. In der vorlie-

genden Studie werden die drei „basic needs“ als Variablen des situativen Erlebens der Lernumgebung Schülerlabor operationalisiert.

Hands-on-Aktivitäten, Neuigkeitseffekte und soziale Interaktionen als die von *Bergin* (1999) beschriebenen Faktoren der Interessengenese sind auch für die Lernumgebung Schülerlabor relevant und gehen in die Entwicklung der Skalen ein.

Anwendungsbezüge bzw. lebensweltliche Kontexte, denen sowohl nach *Prenzel et al.* (1998) als auch nach *Baumert & Köller* (1998) eine positive Wirkung auf das Interesse zugeschrieben wird, sind in Schülerlaboren als Lernumgebung in besonderer Weise berücksichtigt und werden als die Faktoren Kontexte sowie Authentizität operationalisiert.

Der Faktor Instruktionsqualität wird in dieser Studie erhoben über die Qualität der Betreuung durch die Wissenschaftler und wird als Bedingung der Lernumgebung operationalisiert.

5.4.2.1 Bedingungen der Lernumgebung

Die wesentlichen Aspekte der Schülerlabore für den Prozess der Interessengenese sind neben dem Experimentieren die Vermittlung von Kontextbezügen sowie der Einblick in ein authentisches Forschungslabor. Charakteristisch ist auch der häufig gegebene persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern.

Für die Bedingungen Experimentieren, Kontexte und Authentizität sind sowohl die didaktisch relevanten Aspekte als auch die Bedeutung im Hinblick auf das Interesse der Schüler im Theorieteil dieser Arbeit dargestellt. Die vorgestellten Ergebnisse empirischer Studien weisen auf die Relevanz all dieser Bedingungen bezüglich der Interessenförderung hin und zeigen die beschriebenen Beziehungen zu den Schülermerkmalen.

Das Interessenkonstrukt nach Krapp sieht vor, dass Lernumgebungen dann eine Interesse fördernde Wirkung haben, wenn sie die emotionale, wertbezogene und kognitive Dimension des Interessenkonstrukts beeinflussen.

Für die vorliegende Evaluationsstudie werden die Bedingungen der Schülerlabore als Variablen im Hinblick auf das Interesse an diesen untersucht. Bei der Formulierung der Items wurden die beschriebenen drei Dimensionen des Interesses berücksichtigt.

Auf das situative Erleben sowie die Bedingungsvariablen der Lernumgebung Schülerlabor und den Grad der Einbindung in den Unterricht als Faktoren der Interessengenese wird im Folgenden näher eingegangen.

5.4.2.2 Situatives Erleben der Lernumgebung unter Berücksichtigung der „basic needs“

Der Aufenthalt im Schülerlabor ist geprägt von der experimentellen Tätigkeit der Lernenden, stellt also einen handlungsorientierten Zugang zu den thematischen Inhalten der Schülerlabore dar.

Situative Erlebensqualitäten, wie sie im Interessenkonstrukt berücksichtigt sind, und die entsprechenden Merkmale einer handlungsorientierten, vom selbständigen Experimentieren geprägten Lernumgebung werden im Folgenden zueinander in Beziehung gesetzt:

Autonomieerleben beinhaltet das Erleben von Freiheitsgraden bei der Durchführung von Aufgaben. *Prenzel & Lankes (1995)* sowie *Lewalter, Krapp et al. (1998, S. 157 f)* fordern für entsprechende Lernumgebungen Wahlmöglichkeiten, Methodenfreiheit und Handlungsspielräume. Die für das Erleben von Autonomie als wesentlich erachteten Bedingungen (gewährte Freiheitsgrade) beschreiben eine Lernumgebung, wie sie in dieser Ausprägung von den untersuchten Schülerlaboren weder konzeptionell vorgesehen noch realisiert ist. Von Interesse für die vorliegende Studie ist jedoch der enge Bezug zu den vielfach untersuchten lernwirksamen Bedingungen des Experimentierens, beschrieben in der Diskrepanz zwischen stark angeleiteten (cook-book-Experimente) und offenen Experimenten (open-ended-Experimente) (Kap. 4.3). Die von den Schülern im Schülerlabor erlebte Autonomie wird als Grad der Offenheit der Experimente erhoben und in Beziehung gesetzt zum Kompetenzerleben sowie zu den Bedingungen des Experimentierens, wie sie von den Lernenden im Schülerlabor wahrgenommen werden.

Kompetenzerleben in Lernsituationen stellt sich ein, wenn eine Anpassung der Aufgaben an die Möglichkeiten der Lernenden sowie eine Vermeidung von Über- bzw. Unterforderung (*Lewalter & Schreyer, 2000*) gegeben ist, damit eine optimaler Grad an Herausforderung wahrgenommen wird. Der Aufenthalt im Schülerlabor wird im Wesentlichen von der eigenen experimentellen Tätigkeit der Lernenden bestimmt. Ob die Schüler sich dabei als kompetent erleben, kann demzufolge als wesentlich für eine mögliche Interessengenese betrachtet werden. Das Kompetenzerleben wird für die vorliegende Studie aufgrund der beschriebenen empirischen Studien als wichtigster Faktor der „basic needs“ angesehen. Die Herstellung dieser Passung an die Lernvoraussetzungen kann in einer handlungsorientierten, experimentell geprägten Lernumgebung erhoben werden u. a. über das verfügbare Konzeptwissen bei den Schülern.

Soziale Eingebundenheit wird in dieser Studie erhoben mit einem Focus auf den Faktor Zusammenarbeit der Lernenden. Der Aufenthalt im Schülerlabor erfolgt im regulären Klassen- bzw. Kursverband. Die Lernenden arbeiten in der Regel in selbst gewählten 2er- bzw. 3er- Gruppen. Demzufolge ist davon auszugehen, dass im Hinblick auf das Gefühl der sozialen Eingebundenheit der Besuch eines Schülerlabors für die Lernenden keine möglicherweise die Interessengenese beeinflussende Situation darstellt sondern

das soziale Gefüge des regulären Unterrichts auch in dieser außerschulischen Lernumgebung aufrechterhalten wird. Betrachtet man die Items der Original-Skalen zur Self-Determination-Theory (*Deci & Ryan, 2004*) wird dies unmittelbar einsichtig, indem dort klar der Schwerpunkt auf allgemeine gruppenspezifische und soziale Prozesse gelegt wird. Aus diesem Grund wird auf eine Erhebung dieses Faktors in seiner Gesamtbedeutung in der Studie verzichtet, stattdessen wird bei der Itemauswahl auf relevante Teilaspekte wie die Qualität der Zusammenarbeit zwischen den Lernenden fokussiert. Der Faktor bildet damit die für das selbständige Experimentieren typische kooperative Lernform ab.

5.4.3 Grad der Integration in den Unterricht

Der Grad der Einbindung der experimentellen Tätigkeit im Schülerlabor in den Fachunterricht wird operationalisiert, um in einer explorativen Fragestellung zu klären inwieweit er das situative Erleben der Schüler im Schülerlabor beeinflusst. Eine weitere Fragestellung untersucht die korrelative Beziehung der Unterrichtseinbindung zu den interesserelevanten Bedingungen der Schülerlabore.

Kapitel 6

KONZEPTION, ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNGEN DER STUDIE

- 6.1. *Konzeption der Studie*
- 6.2. *Übergeordnetes Ziel der Studie*
- 6.3. *Fragestellungen und Hypothesen*

6.1 KONZEPTION DER STUDIE

Die vorliegende Studie kann innerhalb der empirischen Forschung dem Bereich der Evaluationsforschung zugeordnet werden. Während in experimentellen bzw. quasiexperimentellen Studien die Beziehung zwischen zwei Variablen immer anhand von theoretisch hergeleiteten Forschungsfragen bzw. -hypothesen untersucht wird, ergibt sich die Forschungsfrage in der Evaluationsforschung aus einer anderen Perspektive. Hier geht es darum, die Gesamtwirkung eines konkreten Produkts, z. B. eines pädagogischen Programms, im Hinblick auf bestimmte Variablen zu untersuchen. Im Vordergrund steht demnach nicht der „Zusammenhang zweier abstrakter Variablen, sondern [...] die Wirkung eines konkreten Phänomens auf eine oder mehrere konkrete Variablen“ (Rost, 1993; 2000). Für die Evaluation von Umweltzentren hat Rost (1993) ein Evaluationskonzept vorgelegt, das sich aufgrund der inhaltlichen Nähe zu außerschulischen Lernorten in Teilbereichen auch auf die vorliegende Studie zu Schülerlaboren anwenden lässt. Im Folgenden wird deshalb näher auf die wesentlichen Charakteristika eingegangen. Er bezieht sich auf die Definition von Rossi & Freeman (1993) und beschreibt danach folgende Aspekte als wesentliche Komponenten einer Evaluation:

- die Evaluation der Konzeption und des Designs der Maßnahme,
- die Kontrolle der Implementation dieser Maßnahme,
- die Frage, welche Wirkung die Maßnahme tatsächlich bei den Adressaten hat.

Für die genannten Punkte 1 und 3 werden im Folgenden die Überlegungen von Rost sowie die besonderen Gegebenheiten für die Evaluation von Schülerlaboren dargestellt. Auf Aspekte der Implementation wird dagegen nicht eingegangen, da diese nicht Gegenstand dieser Untersuchung ist.

Die *Evaluation der Konzeption* beinhaltet die theoretische Klärung der Frage, welche Maßnahmen aufgrund welcher Wirkmechanismen bei welchen Adressaten wirken. Die Überlegungen zur Evaluation des Designs einer Maßnahme werden im Folgenden nicht berücksichtigt, da sie für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit nicht relevant sind.

Im Hinblick auf die Evaluation der Konzeption geht Rost für den Bereich der Umweltbildungszentren davon aus, dass viele der Komponenten des dort vorherrschenden Konzepts bereits in anderen pädagogischen Kontexten erprobt und evaluiert wurden und daher in ein aktuelles Evaluationskonzept übernommen werden können. Dies kann auch auf die vorliegende Studie übertragen werden, deren theoretischer Hintergrund sich aus den zuvor beschriebenen empirischen Ergebnissen zu einzelnen Bedingungen der Schülerlabore ergibt, die zusammengeführt werden und in der vorliegenden Studie als Ganzes auf die Lernumgebung Schülerlabor angewendet werden sollen. Gerade für außerschulische Lernumgebungen kann darüber hinaus eine Vielzahl möglicher Wirkfaktoren angenommen werden. So kann alleine von der Tatsache, außerhalb des Schulalltags zu lernen, unabhängig vom didaktischen Konzept der Maßnahme eine Wirkung ausgehen (Rost, 1993).

Als ähnlich vielfältig wie die *Wirkfaktoren* beschreibt Rost die *Wirkungsmechanismen*, die er unter dem Oberbegriff Transfer von Wissen bzw. Erkenntnis zusammenfasst. Hier wird neben dem oft kurzfristigen Erwerb neuen Wissens auch das Wecken von Interesse als eher langfristig angelegte Wirkung eingeordnet.

Der Frage, was Umweltzentren bei den Besuchern wirklich bewegen, wird im Rahmen von *Wirkungsstudien* nachgegangen, die nach Rost (1993) Kompromisse im Vergleich zu „normaler empirischer Forschung“ erforderlich machen. Dabei sieht er sowohl für das Versuchsgruppen-Kontrollgruppen-Design als auch für das Prätest-Posttest-Design bedeutende Nachteile bei der Anwendung zur Evaluierung von Umweltzentren und die Notwendigkeit, Kompromisse zwischen Realisierbarkeit und Aussagekraft zu finden. So lassen sich über ein Versuchsgruppen-Kontrollgruppen-Design die eigentlichen Effekte bestimmter Aktivitäten während des Aufenthalts im Umweltzentrum nicht erfassen, da eine Vielzahl von weiteren Einflüssen vorliegt, die in einer Kontrollgruppe (die das Umweltzentrum nicht besucht) nicht auftreten und in ihrer Einzelwirkung deshalb auch nicht kontrollierbar sind. Als Kontrollgruppe kann deshalb nicht eine Gruppe dienen, die sich durch die Abwesenheit einer Maßnahme auszeichnet, sondern sie erfüllt ihre Funktion nur, wenn sie sich in bestimmten, wohldefinierten Merkmalen von der Evaluationsgruppe unterscheidet. Zu berücksichtigen ist dann jedoch, dass die Konstruktion eines artifiziellen Gegenpols zu der Maßnahme u. U. realitätsfern wirkt und die Aussagekraft der Ergebnisse beeinträchtigen kann.

Bei einem Prätest-Posttest-Design sieht Rost gerade bei den interessanten Wirkungsvariablen die Problematik, sie innerhalb kurzer Zeit zweimal zu erheben. Zum einen besteht die Tendenz, beim zweiten Mal genau so zu antworten wie bei der Erstbefragung, zum anderen besteht die Tendenz, „eine vermutete Änderung zum Ausdruck zu bringen, die nicht selten in Richtung sozialer Erwünschtheit liegt“ (Rost, 1993). Als Alternative zum Prätest-Posttest-Design sieht Rost die direkte Erfassung der vermuteten Wirkung bei den Betroffenen. Fragestellungen zur Implementation von Maßnahmen wurden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht, auf die entsprechenden Standards zur Evaluation wird deshalb hier nicht eingegangen.

Die vorliegende Studie muss als Evaluationsstudie verstanden werden, die aufgrund der Neuartigkeit der Lernumgebung Schülerlabor einen hohen Anteil an explorativen Fragestellungen aufweist. Für die Konzeptualisierung wurden die Standards von Rost (2000) berücksichtigt, die für Evaluationsstudien vorsehen, verschiedene Wirkungsmechanismen zu betrachten. So müssen die differenzielle Wirkung unterschiedlicher Komponenten der Maßnahme, Moderatoreffekte von Drittvariablen oder Ausdifferenzierungen, worin die Wirkung besteht, nebeneinander untersucht werden. Diese Ansätze werden als Basis betrachtet, auf der die Forschungsfragen generiert werden.

Die Ziele und Fragestellungen der vorliegenden Studie orientieren sich eng an den Konzepten der Initiativen, die Schülerlabore betreiben. Sowohl die Erhebung der Bedingungsvariablen als auch die erwarteten Wirkungen des Aufenthalts im Schülerlabor bei den Lernenden entsprechen den übergeordneten Konzepten sowie den formulierten Zielen der Schülerlabore. Aus diesem Grund wird auf eine Erhebung des Wissens in Form eines Wissenstests verzichtet. Konzeptwissen zu vermitteln wird von den Betreibern der Schülerlabore nicht als vordergründiges Ziel verstanden. Eine Erhebung in Form eines Tests im Rahmen dieser Untersuchung hätte sowohl einen Wissens-Vortest als auch einen Wissens-Nachtest erforderlich gemacht. Damit wären die Lernenden im Rahmen des Aufenthalts im Schülerlabor einer Leistungssituation ausgesetzt, was zum einen dem Konzept der Schülerlabore nicht entsprechen würde und zum anderen im Hinblick auf eine Interessenerhebung die Validität der Ergebnisse beeinträchtigen könnte. Auf die Schwierigkeit der Erhebung von Wissenserwerb in Form von paper-and-pencil Tests im Zusammenhang mit dem Experimentieren im Labor wird an anderer Stelle (Kap. 4.3) (vgl. *Tamir*, 1990) eingegangen. Da jedoch grundsätzlich davon auszugehen ist, dass Schüler auch ihr Wissen während des Aufenthalts im Schülerlabor erweitern, wurde eine Erhebung des subjektiv empfundenen Wissenserwerbs während des Aufenthalts im Schülerlabor für die vorliegende Untersuchung als geeignete Lösung angesehen.

In Anlehnung an das Konzept von Rost (1993) zur Evaluation von Umweltzentren wurde aus den weiter oben genannten Gründen auf einen Prätest verzichtet. Stattdessen wurde eine Follow-up-Erhebung nach 12 Wochen durchgeführt, um mittelfristige Wirkungen eines Aufenthalts im Schülerlabor bei den Lernenden zu erfassen.

Ebenso verzichtet wurde auf ein Kontrollgruppen-Design. Ähnlich wie ein Umweltzentrum kann ein Schülerlabor als eine multifaktoriell wirksame Lernumgebung verstanden werden mit der beschriebenen Schwierigkeit eines Kontrollgruppen-Designs bei empirischen Erhebungen. Abgesehen von den Problemen, eine entsprechende Kontrollgruppe zu definieren (Problematik eines artifiziellen Gegenpols, der als realitätsfern bezeichnet werden muss (vgl. Rost, 2000, S. 136)), muss auch davon ausgegangen werden, dass Erkenntnisse aus dieser Kontrollgruppe mangels externer Validität für eine Evaluation von Schülerlaboren als Lernumgebung wenig hilfreich sind. Stattdessen wird in der vorliegenden Studie versucht, möglichst viele Drittvariablen zu berücksichtigen und statistisch zu kontrollieren (vgl. Rost, 2000).

6.2 ÜBERGORDNETES ZIEL DER STUDIE

Ziel der Studie ist es, den Zusammenhang zwischen Schülermerkmalen, den Bedingungen der Schülerlabore sowie der Integration in den Unterricht im Hinblick auf eine Interesse fördernde Wirkung des Aufenthalts der Lernenden im Schülerlabor zu untersuchen. Interessengenese muss, wie beschrieben, aus Sicht der Interessentheorie als längerfristiger Prozess verstanden werden (vgl. Kap. 5.2.3 und 5.2.4). Der in weiten Teilen explorative Charakter der vorliegenden Studie liegt darin begründet, dass sowohl die theoretischen Annahmen zum Interessenkonstrukt als auch die Theorien zur Interessengenese auf die lediglich eintägigen Aufenthalte der Schüler in einem Schülerlabor übertragen werden. Die Tatsache, dass eine Förderung des Interesses an den Naturwissenschaften als wesentliches und zentrales Anliegen der Schülerlabor-Initiativen in nahezu allen Konzeptionen an erster Stelle steht, lässt diese Herangehensweise dennoch sinnvoll erscheinen und wird so zur Grundlage dieser Studie und zum Ausgangspunkt der Fragestellung. Bedingt durch die Handlungsorientierung des Aufenthalts im Schülerlabor kommt der Erfassung des situativen Erlebens dieser Lernumgebung eine besondere Bedeutung zu. Es wird erwartet, dass prozessorientierte Aspekte des Interessenkonstrukts im Rahmen dieser Studie erhoben werden können, um so Interessenhandlungen zu analysieren. Als weitere Variable soll die Integration in den Unterricht im Hinblick auf die Wahrnehmung der Schülerlabore als Interesse fördernde Lernumgebungen und im Zusammenhang mit den bereits beschriebenen Bedingungsvariablen betrachtet werden. In Schülerlaboren als Lernumgebungen sind mehrere als interessenwirksam empirisch belegte Unterrichtsmerkmale (Experimentieren, Kontextbezüge, Authentizität, situiertes Lernen) gleichzeitig realisiert. Auf der Basis der vorliegenden Arbeiten soll in dieser Studie eine Gesamtbetrachtung der Wirksamkeit von Schülerlaboren als Interesse fördernde Lernumgebungen vorgenommen werden. Darüber hinaus wird die Analyse einzelner Wirkungsfaktoren angestrebt. Zu dieser Thematik liegen aufgrund der Neuartigkeit von Schülerlaboren als Lernumgebungen erst seit kurzer Zeit wenige Studien vor (*Scharfenberg, 2005; Engeln, 2004; Bittner, 2003*). Durch die Betrachtung der Schülerlabor-Bedingungen im Zusammenhang mit den Schülermerkmalen und dem jeweiligen Unterrichtsbezug soll versucht werden, neue Erkenntnisse über das situative Erleben der Lernenden im Rahmen des Schülerlaboraufenthalts zu erlangen.

Hypothesen werden formuliert für diejenigen der hier verfolgten Fragestellungen, für die vorliegende empirische Studien eine unmittelbare Übertragung auf den Untersuchungsgegenstand Schülerlabor ermöglichen. Alle anderen Forschungsfragen werden als explorative Forschungsfragen hypothesengenerierend untersucht.

Die Reihenfolge der Fragestellungen sowie zugehöriger Hypothesen ergibt sich aus der Struktur der Zusammenführung des theoretischen Rahmens, wie er als Abschluss von Kapitel 5 dargestellt wurde und berücksichtigt unterschiedliche Teilaspekte des Interessenkonstrukts sowie inhaltliche Aspekte der Experimente:

- Fragestellungen auf der Basis des Interessenkonstrukts mit dem Konzept des individuellen Interesses sowie dem aktualisierten/situationalen Interesse, das in der Auseinandersetzung mit der Interessantheit der Lernumgebung entsteht (s. Kap. 6.3.1).
- Fragestellungen zu den situativen Erlebensqualitäten („basic needs“) im Hinblick auf das Experimentieren als praktische Handlung (s. Kap. 6.3.2).
- Fragestellungen zur Molekulargenetik als Thema der Experimente (s. Kap. 6.3.3).

Anmerkung: Sowohl bei der Formulierung der Fragestellungen als auch bei der Darstellung der Ergebnisse wird auf eine Unterscheidung zwischen situationalem und aktualisiertem Interesse verzichtet. Obwohl aufgrund der Interessantheit und Neuartigkeit der Lernumgebung der Begriff des situationalen Interesses zutreffend scheint, schlägt *Schiefele* (2000) eine Begriffsklärung dahingehend vor, dass von situationalem Interesse nur ausgegangen werden könne, wenn *keinerlei* aktivierbares bzw. aktualisiertes Interesse voraussetzen sei. Bei den untersuchten Schülern der Biologie-Leistungskurse kann jedoch angenommen werden, dass ein individuelles Interesse am Themenbereich bereits vorhanden ist, welches aufgrund der Interessantheit der Lernumgebung Schülerlabor dann aktualisiert wird und als aktualisiertes Interesse zu bezeichnen ist. In zahlreichen empirischen Studien wird der Begriff des situationalen Interesses auch für ein als aktualisiert zu verstehendes Interesse verwendet. In der vorliegenden Studie wird bei der Formulierung der Forschungsfragen und der Darstellung der Ergebnisse der Begriff des aktualisierten Interesses verwendet.

6.3 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN

6.3.1 Fragestellungen zur Interessantheit der Lernumgebung mit den Bedingungsvariablen der Schülerlabore sowie den Schülermerkmalen und der Integration in den Unterricht im Hinblick auf das aktualisierte Interesse der Lernenden

Entsprechend der Zielsetzung der Studie wird zunächst auf die folgenden Forschungsfragen eingegangen:

Welche Wirkung zeigen Schülerlabore als Lernumgebung hinsichtlich des aktualisierten Interesses der Lernenden? Welche Faktoren stehen mit diesem Interesse im Zusammenhang? Kann ein Zusammenhang für die wahrgenommenen Merkmale der Schülerlabore, die Schülermerkmale sowie die Integration des Aufenthalts in den Unterricht aufgezeigt werden?

Diese übergeordnete Fragestellung ergibt sich unmittelbar aus dem Interessenkonstrukt. Nicht jede Person erlebt danach die gleiche Situation bzw. Lernumgebung als interessant und tritt in eine interessenrelevante Person-Gegenstands-Auseinandersetzung ein. Vielmehr ist zu erwarten, dass es charakteristische Zusammenhänge gibt zwischen dem individuellen Interesse, dem Selbstkonzept der Lernenden sowie den Bedingungen einer Lernsituation, in denen die Interessantheit dieser Lernumgebung wahrgenommen wird. Die Interessantheit wäre somit nicht nur Merkmal der Umgebung, sondern auch abhängig von der Person. Es kann angenommen werden, dass Interessantheit nur durch die spezifische Wechselwirkung zwischen Person und Situation entsteht. Damit ergibt sich die Möglichkeit, für bestimmte Bedingungen einer Lernumgebung und bestimmte Personenmerkmale zu klären, ob und warum gerade diese Situation von dieser Person als interessant erlebt wird (vgl. *Schick, 2000*). Es ist davon auszugehen, dass neben dem individuellen Interesse auch das Selbstkonzept der Lernenden in Wechselwirkung mit der Interessantheit der Lernumgebung zu Interessenhandlungen führt (vgl. Kap. 5.2.5).

Die Interessantheit der Lernumgebung und damit das aktualisierte Interesse der Lernenden wird vor allem in den Aspekten Experimentieren, Kontextbezüge und authentische Lernumgebung berücksichtigt, sowie den situativen Bedingungen, in die der Inhaltsbereich Molekularbiologie eingebettet ist.

In dieser Studie soll versucht werden, Bedingungen aufzuzeigen, die das Auftreten eines aktualisierten Interesses der Schüler erklären können. Dabei werden Wechselwirkungen zwischen den wahrgenommenen Merkmalen der Schülerlabore, den Schülermerkmalen sowie dem Grad der Integration in den Unterricht erwartet.

Im Folgenden werden die einzelnen Forschungsfragen aus der übergeordneten Forschungsfrage abgeleitet.

6.3.1.1 Forschungsfragen zu den Bedingungen der Schülerlabore

Welche Wirkung hat die Lernumgebung Schülerlabor mit den Bedingungen Experimentieren, Kontexte und Authentizität auf das aktualisierte Interesse der Lernenden?

Zeigen sich Unterschiede hinsichtlich des aktualisierten Interesses für die verschiedenen Bedingungen der Schülerlabore?

6.3.1.2 Forschungsfragen zu den Schülermerkmalen

Das Interessenkonstrukt der pädagogischen Psychologie beschreibt ein Zusammenwirken des individuellen Interesses und der Interessantheit der Lernumgebung. In der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung entsteht das situationale bzw. aktualisierte Interesse. Abgeleitet aus der Interessentheorie (Kap. 5.2.1) kann angenommen werden, dass bei Unterschieden in der Ausprägung des individuellen Interesses die Anreizqualitäten der Lernumgebung im Hinblick auf das aktualisierte Interesse von unterschiedlicher Bedeutung sind.

Welchen Einfluss hat das individuelle Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften auf das in der Lernumgebung Schülerlabor gezeigte aktualisierte Interesse?

Hypothese 1:

Das vorhandene individuelle Interesse beeinflusst das im Schülerlabor gezeigte Interesse in der Weise dass...

- a) *... bei einem hohen individuelle Interesse die wahrgenommenen Merkmale der Lernumgebung Schülerlabor einen geringen Einfluss auf das aktualisierte Interesse haben;*

- b) *... bei einem niedrigen individuellem Interesse die wahrgenommenen Merkmale der Lernumgebung einen hohen Einfluss auf das aktualisierte Interesse haben.*

Weiterhin kann angenommen werden, dass die Interessantheit einer Lernumgebung in der individuellen Wahrnehmung unterschiedlich ist und von weiteren Schülermerkmalen, so z. B. dem Geschlecht oder der Schulleistung beeinflusst wird.

Der Zusammenhang zwischen Geschlecht und den einzelnen Bedingungsvariablen der Schülerlabore sowie dem Interesse sind in Kapitel 5.3 beschrieben und zeigen keine für alle Bedingungsvariablen gleichermaßen geltenden Beziehungen.

Für einen Einfluss des Geschlechts der Lernenden hinsichtlich des aktualisierten Interesses für die Gesamtheit der Bedingungen in der Lernumgebung Schülerlabor lässt sich deshalb keine Hypothese formulieren, er wird daher explorativ untersucht.

Welchen Einfluss haben die Merkmale der Lernenden hinsichtlich des in der Lernumgebung Schülerlabor gezeigten aktualisierten Interesses?

Schülertypen. Unter Bezug auf die IPN-Interessenstudie (Sievers, 1999), in der spezifische Schülertypen identifiziert werden konnten, die sich über ein unterschiedliches Interesse an den Aspekten Inhalt, Tätigkeit und Kontext identifizieren ließen, kann vermutet werden, dass auch die Bedingungen der Schülerlabore Experimentieren, Kontexte, Authentizität in unterschiedlicher Weise von den Lernenden als interessenwirksam wahrgenommen werden. Es wird also eine Wirkung zwischen den Bedingungsvariablen der Schülerlabore sowie den Schülermerkmalen angenommen.

Lassen sich Schülertypen identifizieren, die sich in ihrem Interesse an den drei Bedingungen der Schülerlabore (Experimentieren, Kontexte, Authentizität) in charakteristischer Weise unterscheiden?

6.3.1.3 Forschungsfrage zur Integration des Schülerlabor-Aufenthalts in den Unterricht

Die Bedeutung einer Vorbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im Rahmen des regulären Unterrichts wurde bislang nicht untersucht. Empirische Daten liegen für den Bereich der Science-Center (Kap. 5.3) bzw. für das Experimentieren (Kap. 4.3) vor. Es kann jedoch für den im Hinblick auf die Interessengenese wesentlichen Aspekt Kompetenzerleben ein enger Zusammenhang mit der Integration des Besuchs in den Fachunterricht vermutet werden. Folgende Fragestellung wird explorativ untersucht:

Zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Integration des Schülerlaboraufenthalts in den Unterricht und dem in der Lernumgebung Schülerlabor gezeigten aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und Authentizität?

6.3.2 Forschungsfragen zu den situativen Erlebensqualitäten („basic needs“) im Hinblick auf das Experimentieren als praktische Handlung

Folgende übergeordnete Forschungsfrage bezieht sich auf das situative Erleben der Lernumgebung Schülerlabor und die Wirkung auf das Interesse:

Bewirkt Experimentieren als praktische Handlung die Entstehung von aktualisiertem Interesse und welche situativen Bedingungen Kompetenzerleben, Autonomieerleben, Erleben sozialer Eingebundenheit spielen dabei eine Rolle?

Der Aufenthalt der Lernenden im Schülerlabor ist im Wesentlichen durch das selbständige Experimentieren charakterisiert und damit handlungsorientiert. In Anlehnung an die in Kapitel 5.3.2 vorgestellten Konzepte wird davon ausgegangen, dass das Erleben von

Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit wesentliche Elemente situativen Erlebens darstellen. Im Verlauf konkreter Gegenstandsauseinandersetzungen wird die Interessenentwicklung durch emotionale Erfahrungen, insbesondere des Erlebens von Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit, gefördert (vgl. Kap. 5.3.2).

Daraus ergibt sich die folgende Hypothese:

Hypothese 2:

Experimentieren als Handlung steht in einem engen Zusammenhang mit den in der Interessentheorie beschriebenen Erlebensqualitäten in der Weise, dass...

(a)...das Kompetenzerleben bei der experimentellen Tätigkeit in einem positiven Zusammenhang mit dem aktualisierten Interesse steht,

(b)... das Autonomieerleben bei der experimentellen Tätigkeit in einem positiven Zusammenhang mit dem aktualisierten Interesse steht,

(c)... die soziale Eingebundenheit bei der experimentellen Tätigkeit in einem positiven Zusammenhang mit dem aktualisierten Interesse steht.

Bei der Analyse wird der Einfluss folgender unabhängiger Variablen überprüft:

- Schülermerkmale
Es wird überprüft, ob das Schülermerkmal Geschlecht die Wahrnehmung von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit beeinflusst.
- Integration des Schülerlaboraufenthalts in den Fachunterricht.
Es wird überprüft, ob die Vorbereitung des Schülerlaboraufenthalts im Fachunterricht die Wahrnehmung von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit beeinflusst.

Das Selbstkonzept der Lernenden in den Naturwissenschaften sollte insbesondere in der handlungsorientierten Lernumgebung Schülerlabor einen Einfluss auf das aktualisierte Interesse haben. Mangels empirischer Ergebnisse wird die folgende Forschungsfrage explorativ untersucht:

Steht das Selbstkonzept der Lernenden in einem Zusammenhang mit dem aktualisierten Interesse in der Lernumgebung Schülerlabor?

6.3.3 Fragestellungen zum Thema Molekularbiologie

Es wird davon ausgegangen, dass der Aufenthalt im Schülerlabor sowohl einen positiven Einfluss auf das Interesse der Lernenden hat als auch einen subjektiv empfundenen Wissenszuwachs in dem Themenbereich Molekularbiologie bewirkt. *Todt & Götz* (1998) erhoben das Interesse sowie das subjektiv empfundene Wissen der Lernenden an 37 Aspekten der Gentechnik und konnten differentielle Ausprägungen für verschiedene Themenbereiche zeigen.

In Anlehnung daran wird hypothesengenerierend untersucht, ob Schüler auch im Schülerlabor differenzierte Ausprägungsgrade ihres Interesses für verschiedene Aspekte des Themenbereichs zeigen bzw. welche Aspekte der Molekulargenetik eine Steigerung des Interesses bzw. einen subjektiv von den Lernenden wahrgenommenen Wissenszuwachs bewirken und welche Beziehungen sich darüber hinaus zu den Schülermerkmalen bzw. den Bedingungen der Schülerlabore herstellen lassen.

Für welche Aspekte der Molekularbiologie zeigen die Lernenden einen Zuwachs an Interesse bzw. einen subjektiv empfundenen Wissenszuwachs im Zusammenhang mit dem Aufenthalt im Schülerlabor?

Lassen sich hierfür Zusammenhänge mit den Schülermerkmalen bzw. dem Grad der Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht zeigen?

Kapitel 7

METHODEN

7.1 Stichprobe

7.2 Evaluationsdesign

7.3 Angewendete statistische Verfahren

7.4 Testinstrumente

Im Methodenteil werden zunächst die Stichprobe (Kap. 7.1) sowie der Ablauf der Untersuchung (Kap. 7.2) beschrieben. In Kapitel 7.3 werden die in dieser Arbeit verwendeten Auswertungsverfahren vorgestellt. Daran anschließend wird unter Bezug auf die statistischen Verfahren sowie die relevanten Gütekriterien auf die Entwicklung der Erhebungsinstrumente eingegangen und die verwendeten Skalen werden charakterisiert (Kap. 7.4).

7.1 STICHPROBE

Die Zielgruppe dieser Untersuchung setzt sich aus Schülern zusammen, die im Rahmen des Unterrichts im Klassen-/Kursverband ein Schülerlabor besucht haben. Damit gilt die Stichprobe als eigenselektiert und muss als nicht randomisiert eingestuft werden.

Im Hinblick auf die Validität der empirischen Untersuchung, d. h. auf den Gültigkeitsanspruch der Untersuchungsbefunde, ist dies zu berücksichtigen. Dabei ist es notwendig, die interne sowie die externe Validität getrennt zu betrachten. Die **interne Validität**, d. h. die eindeutige Aufklärung der Variation der abhängigen Variablen durch die untersuchten unabhängigen Variablen, kann durch Selektionseffekte beeinträchtigt werden, die sich aus der Eigenselektion derjenigen Schülergruppen und ihrer Lehrkräfte ergeben, die ein Schülerlabor besuchen. Mögliche Gruppeneffekte bzw. Kurseffekte werden deshalb in der vorliegenden Studie untersucht und berücksichtigt. Die Durchführung der Studie unter „Feldbedingungen“, d. h. in der vom Untersucher unbeeinflussten Lernumgebung Schülerlabor bedingt dagegen einen hohen Grad an **externer Validität**. Diese externe Validität, d. h. die Übertragbarkeit der Ergebnisse, wird durch die Natürlichkeit der Untersuchungsbedingungen und die repräsentativen Stichproben positiv beeinflusst (Bortz & Döring, 2002). Für die vorliegende Studie kann demnach ein hohes Maß an externer Validität angenommen werden. Zum einen war der Ablauf der Veranstaltungen in den untersuchten Schülerlaboren von der Durchführung der Evaluationsstudie vollkommen unbeeinflusst, zum anderen war die Untersuchungspopulation nicht vom Untersucher ausgewählt und entsprach deshalb in wesentlichen Merkmalen (Klassenstufe, Fachbereich) der üblichen Zielgruppe der untersuchten Schülerlabore. Unter der Prämisse, in der vorliegenden Evaluationsstudie Ergebnisse über die Wirksamkeit der Konzepte der Schülerlabore und die sie beeinflussenden Faktoren zu gewinnen, wurde versucht, eine

möglichst hohe externe Validität unter gleichzeitiger Berücksichtigung der internen Validität zu gewährleisten. Um unter den gegebenen Bedingungen die interne Validität zu erhöhen und mögliche beeinträchtigende Klasseneffekte zu minimieren, wurden deshalb möglichst viele Schüler bzw. Kurse in die Erhebung einbezogen.

Vorstudie

An der Vorstudie, in der das Erhebungsinstrument in fünf Schülerlaboren getestet wurde, nahmen 458 Schüler aus 31 Klassen/ Kursen teil (Tab. 7.1).

Ziel der Vorstudie war die Entwicklung valider Erhebungsinstrumente. Die Ergebnisse der Vorstudie werden hier nur insoweit vorgestellt, als sie Erkenntnisse über die relevanten Skalen liefern, die in der Hauptstudie verwendet werden.

Tabelle 7.1: Übersicht über die Stichprobe der einzelnen Schülerlabore in der Vorstudie, aufgeteilt nach Geschlecht.

Fachbereich	Lernort	Geschlecht		gesamt
		männlich	weiblich	
Biologie	LOLA	37 (32,7%)	76 (67,3%)	113 (100%)
Biologie	FH Flensburg	31 (28,2%)	79 (71,8%)	110 (100%)
Physik	Quantensprung	76 (52,8%)	68 (47,2%)	144 (100%)
Bio/Chemie	Borstel	28 (54,9%)	23 (45,1%)	51 (100%)
Physik	Techn. Fakultät	26 (65%)	14 (35%)	40 (100%)
	Gesamt	198 (43,2%)	260 (56,8%)	458 (100%)

Die Stichprobe weist eine ungleichmäßige Verteilung bezüglich der fünf Schülerlabore auf. Im Schülerlabor des Forschungszentrums Borstel wird lediglich mit einer kleinen Zahl umliegender Schulen zusammengearbeitet, und die Technische Fakultät bietet kein regelmäßiges Schülerlabor-Angebot. In diesen beiden außerschulischen Lernorten konnte der Fragebogen deshalb nur wenige Male eingesetzt werden. Auffallend ist der unterschiedliche Anteil von Mädchen und Jungen in den fünf Schülerlaboren. Während sich in den Schülerlaboren der biologisch ausgerichteten Lernorte die hohe Präferenz von Schülerinnen für Biologie-Leistungskurse abzeichnet, ist das Geschlechterverhältnis im Schülerlabor Quantensprung, das von Schülern der 10. Klasse besucht wurde, ausgeglichen. Das Angebot der Technischen Fakultät spricht Physik-Leistungskurse an und dementsprechend ist der Anteil männlicher Schüler dort deutlich höher als der der Schülerinnen.

Die befragten Schüler der Vorstudie waren im Mittel 17,4 Jahre alt (SD =1,29), mit einer Schwankungsbreite zwischen den Schülerlaboren von 16,3 Jahre für die Befragten im Schülerlabor Quantensprung bis 18,3 Jahre für die Lernenden im Schülerlabor der FH Flensburg.

Hauptstudie

In der Hauptstudie wurde die Datenerhebung auf die molekularbiologisch ausgerichteten Schülerlabore in Lübeck (LOLA) und Flensburg konzentriert. Dadurch war es möglich, auch thematische Aspekte des Aufenthalts im Schülerlabor zu untersuchen.

An den Erhebungen der Hauptstudie nahmen **378 Lernende aus 28 Kursen** teil. 62 % der gesamten Stichprobe haben das Schülerlabor LOLA in Lübeck besucht, das in seinem Labor die größeren Laborplatz-Kapazitäten aufweist.

Wie bereits in der Vorstudie spiegelt sich auch hier bezüglich der Geschlechterverteilung das Wahlverhalten für Biologie-Leistungskurse in Schleswig-Holstein wider. Mit 68,8 % stellen die Mädchen zwei Drittel der gesamten Stichprobe.

Das Durchschnittsalter der Schüler ist in den beiden Lernorten ähnlich (Flensburg $M = 18,3$ (SD ,92); Lübeck $M = 18,4$ (SD ,76)).

7.1.1 Ablauf der Untersuchung

Im Zeitraum von September 2003 bis Januar 2005 wurde die Untersuchungen in den Schülerlaboren durchgeführt. Den Schülern wurde der **Fragebogen der Ersterhebung** am Ende des Aufenthalts im Schülerlabor vorgelegt, um den unmittelbaren Eindruck der Lernenden erheben zu können. Die Schüler wurden zusätzlich zu den Erläuterungen auf der ersten Seite des Fragebogens auch noch einmal mündlich über den Zweck der Studie unterrichtet. Das Ausfüllen des Fragebogens dauerte etwa 20 Minuten und geschah grundsätzlich in einer ruhigen und von Konzentration geprägten Atmosphäre, so dass nur einzelne Fragebögen unvollständig ausgefüllt wurden, und ganz von den Auswertungen ausgeschlossen werden mussten.

Die Fragebögen für die **Follow-up-Erhebung** wurden 10-12 Wochen nach dem Aufenthalt im Schülerlabor direkt an die Lehrkräfte der Schulen verschickt und dort von den Schülern im Rahmen des Unterrichts ausgefüllt. Das Ausfüllen des Fragebogens dauerte wiederum ca. 20 Minuten. In der Anfangsphase der Untersuchung konnten nicht alle Kurse ein zweites Mal befragt werden, so dass die Stichprobenzahlen niedriger liegen als die der Erstbefragung, was bei der Beschreibung der statistischen Auswertungen jeweils vermerkt ist.

7.2 EVALUATIONSDESIGN

Auf die Konzeption der vorliegenden Arbeit, die berücksichtigten Evaluationsstandards sowie die besonderen Bedingungen dieser Evaluationstudie im Hinblick auf das Design ist bereits im Zusammenhang mit der Formulierung der Forschungsfragen und Hypothesen in Kap. 6.1 eingegangen worden. Im Folgenden wird das konkrete Design vorge-

stellt, aus dem sich die zu untersuchenden Skalen mit den diesen zugrunde liegenden Items begründen lassen. Anschließend wird die Durchführung der Studie beschrieben.

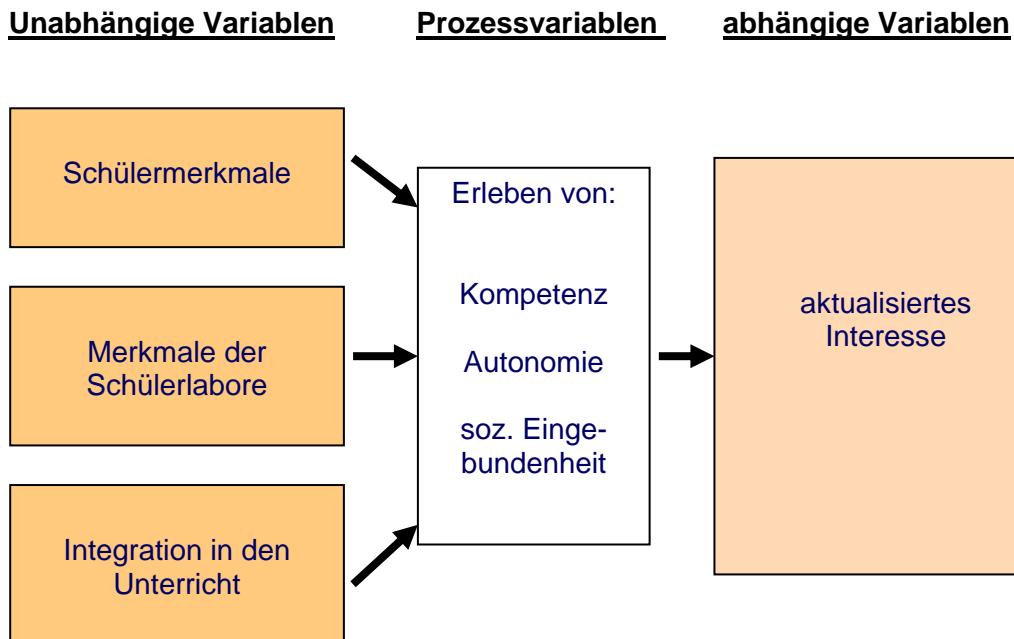


Abbildung 7.1: Evaluationsdesign der Studie mit unabhängigen Variablen, Prozessvariablen und abhängigen Variablen

Das in Abb. 7.1 dargestellte Evaluationsdesign ergibt sich unmittelbar aus den Forschungsfragen, die in Kap. 6.3 formuliert wurden. Es bildete die Grundlage für die Entwicklung der Testinstrumente.

Als unabhängige Variablen werden zunächst die Schülermerkmale „Individuelles Interesse an den Naturwissenschaften“ sowie „Selbstkonzept der Lernenden“ in Bezug auf die Naturwissenschaften operationalisiert. Zwei Skalen zu den wahrgenommenen Merkmalen der Schülerlabore als Lernumgebung gehen ebenfalls als unabhängige Variablen in die Analyse ein. Schließlich wird die Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den regulären Fachunterricht als unabhängige Variable über zwei Skalen operationalisiert, von denen eine auf die Vorbereitung, die zweite auf die Nachbereitung des Aufenthalts Bezug nimmt. Über drei Skalen zu den „basic needs“ Kompetenzerleben, Autonomie und soziale Eingebundenheit wird das situative Erleben der außerschulischen Lernumgebung erhoben. Das Evaluationsmodell sieht vor, dass diese Prozessvariablen des situativen Erlebens ihrerseits von den unabhängigen Variablen beeinflusst werden und deren Effekte auf die abhängigen Variablen mindestens teilweise vermitteln. Für die Erfassung des aktualisierten Interesses der Schüler als abhängiger Variable wurden die Bedingungen der Schülerlabore über 15 Items operationalisiert, die einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen wurden, um zu inhaltlich interpretierbaren Faktoren zu gelangen.

Für die Studie wurden zwei Erhebungsinstrumente entwickelt, die zum großen Teil übereinstimmen und im Folgenden als Fragebogen der **Ersterhebung** bzw. **Follow-up-Erhebung** bezeichnet werden. Übereinstimmungen der beiden Fragebögen sowie die jeweiligen Spezifikationen werden in Abschnitt 7.4 vorgestellt. Zur Erhebung der benannten unabhängigen Variablen, der Prozessvariablen sowie der abhängigen Variablen wurden entsprechende Items formuliert. Diese wurden im Rahmen der Vorstudie getestet und die entsprechenden Skalen werden in Abschnitt 7.4 beschrieben.

7.3 ANGWENDETE STATISTISCHE VERFAHREN

Bei der Auswertung der Daten kamen übliche statistische Verfahren zur Anwendung, die im Folgenden kurz erläutert werden. Zur Durchführung der Verfahren sei auf die Literatur zu diesen statistischen Verfahren verwiesen, in der Methoden, die jeweiligen Voraussetzungen sowie Gütekriterien ausführlich erläutert werden (*Bortz, 1999; Bortz & Döring, 2002; Bühl & Zöfel, 2002; Janssen & Laatz, 2005; Backhaus, Erichson et al., 2003; Brosius, 2002*).

Die statistischen Auswertungen in dieser Arbeit wurden mit dem Programm SPSS in den Versionen 11 bzw. 14 für Windows durchgeführt.

7.3.1 Deskriptive Statistik

Normalverteilung. Für viele statistische Tests ist die Normalverteilung der Daten in der Grundgesamtheit vorauszusetzen. Die meisten Tests sind jedoch gegen Verletzungen dieser Voraussetzung sehr robust, so dass mehr oder weniger große Abweichungen hingenommen werden können. Von zentraler Bedeutung ist meistens nicht die Normalverteilung der Werte in der Grundgesamtheit sondern die Normalverteilung der Stichprobenverteilung, also derjenigen Verteilung, die entstünde, wenn unendlich viele Stichproben gezogen würden (*Janssen & Laatz, 2005*). Eine näherungsweise Normalverteilung der Stichprobenmittelwerte kann aufgrund des Stichprobenumfangs der vorliegenden Untersuchung angenommen werden. Nach *Bortz & Döring (2002)* „erübrigt sich die Forderung nach normalverteilten Messwerten in der Regel bei Stichproben > 30 “ (vgl. auch *Bortz, 1999, S.93*).

Median. Der Median wird bei ordinalskalierten Variablen berechnet und kommt deshalb für die Items der Fragebögen dieser Studie statt des Mittelwerts zur Anwendung. Er ist derjenige Wert, unterhalb und oberhalb dessen jeweils die Hälfte der Messwerte liegen. Für ordinalskalierte Variablen, deren Werte in einer Häufigkeitstabelle vorliegen, ist die Berechnung des Medians nach der herkömmlichen Methode zu ungenau, stattdessen wird die Formel für gehäufte Daten angewendet (*Bühl & Zöfel, 2002, S. 121*).

7.3.2 Parameterfreie Verfahren

Parameterfreie oder verteilungsfreie Verfahren benötigen keine Verteilungsvoraussetzungen (Normalverteilung). Es muss lediglich sichergestellt sein, dass die Daten ordinalskaliert und die Stichproben unabhängig sind.

Für die Auswertung der Daten dieser Studie kommen überwiegend parameterfreie Verfahren zum Einsatz. Obwohl für Summenscores aus ordinalskalierten Variablen nach Ansicht vieler Autoren annähernd ein Intervallskalenniveau angenommen werden kann (vgl. *Bortz & Döring, 2002, S. 180 f.*) und deshalb parametrische Verfahren zulässig sind, werden, da auch das Kriterium der Normalverteilung nicht immer gewährleistet ist, parameterfreie Verfahren durchgeführt die auf eine Normalverteilung als Voraussetzung verzichten können. Mit dieser Vorgehensweise soll auch eine unnötige Vielzahl statistischer Verfahren bei der Ergebnisdarstellung in der vorliegenden Arbeit vermieden werden. Parameterfreie Verfahren erreichen 95 % der Aussagekraft parametrischer Verfahren. In Anbetracht der Stichprobengröße in der vorliegenden Arbeit kann deshalb davon ausgegangen werden, dass auftretende Signifikanzen als solche auch bei parameterfreien Verfahren erkannt werden. Parametrische Verfahren kommen dort zur Anwendung, wo entsprechende parameterfreie Verfahren nicht zur Verfügung stehen.

Kolmogorov-Smirnov-Test. Für den Test auf Normalverteilung wird in dieser Arbeit der Kolmogorov-Smirnov-Test eingesetzt, der sich für große Stichproben ($n > 50$) eignet. Außerdem wird dieser Test ergänzend zum Mann-Whitney-U-Test eingesetzt um zwei unabhängige Stichproben zu vergleichen. Wenn nur wenige Kategorien vorliegen (Analyse vierstufiger Items), ist er dem U-Test vorzuziehen, da bei diesem in solchen Fällen eine hohe Anzahl geteilter Rangplätze, also nicht eindeutige Rangfolgen, auftreten.

Wilcoxon-Test. Der Wilcoxon-Test dient zum Vergleich von zwei abhängigen Stichproben. Berechnet werden die Rangsummen der positiven sowie der negativen Differenzen. Beide zusammen ergeben die gesamte Rangsumme, die dann die Prüfgröße darstellt. In der vorliegenden Arbeit dient der Wilcoxon-Test dazu, Unterschiede zwischen den beiden Zeitpunkten der Befragung (unmittelbar im Anschluss an den Schülerlabor-Besuch bzw. 12 Wochen später) zu prüfen.

Kruskal-Wallis-Test. Sind mehr als zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz zu prüfen, kommt der Kruskal-Wallis-Test zur Anwendung.

Mc Nemar-Test. Wird ein dichotomes Merkmal wiederholt gemessen, so können die Veränderungen zwischen beiden Messungen mit dem Mc Nemar-Test untersucht werden. Die Voraussetzungen zur Anwendung des Tests sind in *Nachtigall & Wirtz (2002)* beschrieben. Getestet werden beim Mc Nemar-Test nur die Änderungen, d. h. „die Häufigkeiten, mit der vorher „ja“ und nachher „nein“ gemessen wurde und umgekehrt“ (*Nachtigall & Wirtz, 2002*). In dieser Studie wird der Test eingesetzt, um Veränderungen

in der Bewertung von Optionen durch die Schüler zwischen Ersterhebung und Follow-up-Test auf Signifikanz zu prüfen.

7.3.3 Multivariate Methoden

Im Anschluss werden die multivariaten Analysemethoden vorgestellt, von denen die Regressionsanalyse in den Bereich der *Strukturen-prüfenden Verfahren* gehört, deren primäres Ziel darin besteht, Zusammenhänge zu überprüfen. Faktoren- sowie Clusteranalyse sind zu den *Strukturen-entdeckenden Verfahren* zu rechnen, über die Zusammenhänge zwischen Variablen oder Objekten entdeckt werden sollen (*Backhaus, Erichson et al.*, 2003, S. 7).

7.3.3.1 Regressionsanalyse

Eine lineare Regressionsanalyse bildet über eine zugehörige Regressionsgleichung den Zusammenhang zwischen zwei oder mehreren Variablen ab und erlaubt es darüber hinaus, den Wert einer abhängigen Variablen aus den Werten einer oder mehrerer Variablen vorherzusagen. Die Regressionsgleichung beschreibt eine lineare Beziehung zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variablen, die als Gerade dargestellt werden kann und deren Neigung das Maß für den Regressionskoeffizienten ist. Wenn, wie in der vorliegenden Untersuchung, mehrere unabhängige Variablen in eine Regressionsanalyse eingehen, wird dies als multiple lineare Regression bezeichnet. Zum Verfahren selbst sei auf *Backhaus, Erichson et al.* (2003) verwiesen.

Prüfung der Regressionsfunktion. Das Bestimmtheitsmaß (R^2) beschreibt den Anteil der durch die Prädiktorvariablen erklärten Varianz an der Gesamtvarianz und gilt als Gütekriterium für das Regressionsmodell. Als Residuum bezeichnet man die Differenz zwischen der Gesamtstreuung und der „erklärten“ Abweichung. Zur Ergebnisdarstellung wird immer das korrigierte Bestimmtheitsmaß ($R^2_{\text{KORR.}}$) angegeben, da es unabhängig von der Anzahl der Prädiktorvariablen ist. Es ergibt sich aus dem Verhältnis von erklärter Streuung zur Gesamtstreuung und liegt zwischen 0 und 1. Zur Interpretation von $R^2_{\text{KORR.}}$ wird die Klassifikation der Effektgröße ε^2 verwendet (*Cohen*, 1988, zitiert in *Bögeholz*, 1999), die sich aus der Varianz R^2 (Bestimmtheitsmaß) und somit auch aus R errechnen lässt (vgl. *Bortz*, 1999, S. 449).

$$\varepsilon^2 = \frac{R^2}{(1 - R^2)}$$

Tabelle 7.2. Klassifikation der Effektgröße ϵ^2 (in Anlehnung an Bortz, 1999, S. 449)

Effektgröße ϵ^2 respektive Bestimmtheitsmaß R^2	Interpretation
ϵ^2 -Wert > 0,02 respektive R^2 -Wert > 0,0196	Schwacher Effekt
ϵ^2 -Wert > 0,15 respektive R^2 -Wert > 0,1304	Mittlerer Effekt
ϵ^2 -Wert > 0,35 respektive R^2 -Wert > 0,2593	Starker Effekt

Der F-Wert prüft, ob das Regressionsmodell über die Stichprobe der Untersuchung hinaus Gültigkeit für die Grundgesamtheit hat und setzt dazu einen empirischen F-Wert in Beziehung zu einem theoretischen F-Wert. Ein über dem theoretischen liegender empirischer F-Wert weist auf einen signifikanten Zusammenhang hin. Als Standardfehler der Schätzung wird angegeben, welcher mittlere Fehler bei der Verwendung der Regressionsgleichung zur Schätzung der abhängigen Variablen gemacht wird.

In der vorliegenden Arbeit werden die Regressionen in der Regel als schrittweise Regressionsanalysen durchgeführt, ein Verfahren, das von dem Programm SPSS als Option angeboten wird. Bei dieser Analyse werden Modelle nicht vom Untersucher formuliert, sondern die Auswahl der Variablen erfolgt automatisch (durch einen Algorithmus gesteuert). Bei der schrittweisen Regression werden die Variablen einzeln und schrittweise in die Regressionsgleichung einbezogen, wobei jeweils diejenige Variable ausgewählt wird, die ein bestimmtes Gütekriterium maximiert. Als Kriterium für die Aufnahme oder Elimination einer Variablen dient der F-Wert des partiellen Korrelationskoeffizienten bzw. dessen Signifikanzniveau. Eine Variable wird nur dann aufgenommen, wenn das zugehörige Signifikanzniveau (F-Wahrscheinlichkeit) kleiner als eine vorgegebene F-Wahrscheinlichkeit ist.

Mit dem Durbin-Watson-Test wird auf Autokorrelation der Residuen geprüft. Eine mögliche Multikollinearität der erklärenden Variablen wird durch eine Prüfung der Korrelationen sowie die Analyse der Toleranzwerte ausgeschlossen. Beim Vorliegen empirischer Daten besteht immer ein gewisser Grad an Multikollinearität, der nicht störend sein muss (Backhaus, Erichson et al., 2003). Wird dieser Faktor jedoch zu groß, wirkt sich dies auf die Zuverlässigkeit der Schätzungen der Regressionsparameter aus.

Die in das Modell aufgenommenen Regressionskoeffizienten werden einzeln überprüft. Zunächst werden die standardisierten Regressionskoeffizienten (Beta-Werte) miteinander verglichen und auf ihren Erklärungsgehalt überprüft. Backhaus, Erichson et al. (2003) geben als geeignetes Verfahren die t-Statistik an.

$$t_{emp.} = \frac{b_j - \beta_j}{S_{b_j}}$$

mit $t_{emp.}$ = empirischer Wert für den j -ten Regressor

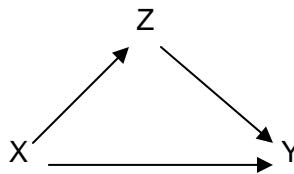
β_j wahrer Regressionskoeffizient (unbekannt)

b_j Regressionskoeffizient des j -ten Regressors

S_{b_j} Standardfehler von b_j

Ähnlich wie bei der Prüfung des Modells über den F-Wert wird hier der empirische t-Wert mit einem theoretischen t-Wert verglichen.

Mediatoreffekte. Sofern eine kausale Beziehung zwischen einer unabhängigen Variablen X und einer abhängigen Variablen Y durch eine weitere Variable Z interveniert bzw. unterbrochen wird, liegt ein Mediatoreffekt vor, und Z ist in diesem Fall eine Mediator-Variable (*Urban & Mayerl, 2006; Baron & Kenny, 1986*). Im Verhältnis zu X ist die Mediator-Variable Z eine abhängige Variable, im Verhältnis zu Y dagegen eine unabhängige Variable).



Nach *Baron & Kenny (1986)* müssen folgende vier Bedingungen erfüllt sein, damit eine Variable als Mediator-Variable bezeichnet werden kann:

1. Der Prädiktor X muss einen signifikanten Effekt auf den Mediator Z ausüben.
2. Der Prädiktor X muss in einem Regressionsmodell ohne Kontrolle des Einflusses der Mediator-Variablen einen signifikanten Effekt auf die abhängige Variable Y ausüben.
3. Der Mediator Z muss einen signifikanten Effekt auf die abhängige Variable Y ausüben.
4. Der Effekt des Prädiktors X auf die abhängige Variable Y muss sich verringern, wenn in einer multivariaten Regression als zusätzlicher Prädiktor die Variable Z aufgenommen wird. Bleibt dieser Effekt signifikant, liegt lediglich ein partieller, ansonsten ein totaler Mediator-Effekt vor.

Zur Prüfung auf vorliegende Mediatoreffekte werden die Regressionskoeffizienten der drei direkten Effekte b_{zx} , b_{yx} und b_{yz} und die jeweiligen Standardfehler benötigt, für die zwei Regressionsschätzungen durchgeführt werden:

- a) eine bivariate Regression von Z auf X zur Bestimmung von b_{zx} ,
- b) eine multiple Regression von Y auf X und Z zur Bestimmung der beiden direkten Effekte b_{yz} und b_{yx} .

Direkte und indirekte Effekte von X auf Y addieren sich zum totalen Effekt, der ebenso wie die direkten Effekte zwischen den einzelnen Variablen mittels t-Test auf Signifikanz geprüft werden kann. Als Signifikanztest für den indirekten Effekt von X auf Y über eine Mediatorvariable Z steht der „Sobel“-Test zur Verfügung, der den Standardfehler des indirekten Effekts ermittelt, um anschließend einen t-Test durchführen zu können.

Dieser Standardfehler berechnet sich nach Sobel (zitiert in *Urban & Mayerl, 2006*) nach folgender Formel:

$$SE_{b_{zx \cdot yz}} = \sqrt{b_{yz}^2 \times SE_{b_{zx}}^2 + b_{zx}^2 \times SE_{b_{yz}}^2}$$

Der anschließende t-Test wird folgendermaßen berechnet:

$$t = \frac{b_{zx \cdot yz}}{SE_{b_{zx \cdot yz}}}$$

7.3.4 Faktorenanalyse

Die Faktorenanalyse führt eine größere Anzahl von Variablen anhand der gegebenen Fälle auf eine kleinere Anzahl unabhängiger Einflussgrößen, Faktoren genannt, zurück. Von den verschiedenen Verfahren kommt in dieser Arbeit die gebräuchliche Hauptkomponentenanalyse als Extraktionsmethode zur Anwendung. Als Rotationsverfahren wird die Varimax-Rotation gewählt. Für die Zahl der relevanten Faktoren wird das Eigenwert-Kriterium zugrunde gelegt, das den Wert von 1 nicht unterschreiten sollte (Kaiser-Kriterium). Als grafische Darstellung für diesen Sachverhalt dient ein Screeplot, in dem angezeigt wird, wo die Differenz zwischen zwei Eigenwerten am größten ist (Elbow-Kriterium).

Die Faktorladungen der Variablen auf den Komponenten (Faktoren) sind das eigentliche Ergebnis der Faktorenanalyse, anhand derer die gefundenen Faktoren dann inhaltlich interpretiert werden müssen. In der praktischen Anwendung gelten Faktorladungen $> 0,5$

als ausreichend hoch und demnach interpretierbar. *Bortz* (1999) verweist auf Gütekriterien bzw. Bedingungen, die für eine generalisierende Interpretation einer Faktorenstruktur erfüllt sein sollten:

- Auf bedeutsamen Faktoren sollten 4 Variablen Ladungen $> 0,6$ aufweisen. Diese sind dann unabhängig von der Stichprobengröße interpretierbar.
- Interpretierbar sind darüber hinaus Faktoren, auf denen 10-12 Variablen eine Ladung $> 0,4$ aufweisen.
- Ist die Stichprobe $n > 300$ dürfen auch Faktoren mit wenigen Variablen bzw. geringfügiger Ladung interpretiert werden.

Da die Stichprobengröße der vorliegenden Studie mehr als 300 Versuchspersonen umfasst, können nach den gängigen Gütekriterien demnach auch Skalen mit wenigen Variablen für weitere Analysen zur Anwendung kommen.

Die Kommunalität ist der Umfang der Varianzerklärung, den die Faktoren gemeinsam für eine Ausgangsvariable liefern. Niedrige Kommunalitäten bedeuten, dass die Varianzanteile dieser Variablen nur zu einem geringen Teil durch die gefundenen Faktoren erklärbar sind. Die Kommunalitäten stellen ein wichtiges Kriterium für die Güte der einzelnen Variablen dar.

Gängiges Prüfkriterium, ob eine Korrelationsmatrix für eine Faktorenanalyse geeignet ist, ist das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO), das auch in den Faktorenanalysen der vorliegenden Arbeit berechnet wird und für das folgende Gütekriterien festgelegt wurden (*Backhaus, Erichson et al., 2003, S. 276*):

Tabelle 7.3. Gütekriterien für KMO-Werte (nach Backhaus et al. 2003, S. 276)

KMO-Wert	Beurteilung
$\geq 0,9$	fabelhaft (marvelous)
$\geq 0,8$	recht gut (meritorious)
$\geq 0,7$	mittelprächtigt (middling)
$\geq 0,6$	mäßig (mediocre)
$\geq 0,5$	schlecht (miserable)
$< 0,5$	inakzeptabel (unacceptable)

Als wünschenswert wird ein KMO-Wert $> 0,8$ angesehen.

7.3.5 Clusteranalysen

Bei der Clusteranalyse handelt es sich um eine Reihe von Verfahren, mit der Zielsetzung, Objekte bzw. Personen, für die mehrere Merkmale (Variablen) vorliegen, derart in Gruppen (Cluster) zusammen zu fassen, dass in einem Cluster hinsichtlich der Variablen möglichst gleichartige bzw. ähnliche Objekte/Personen vorhanden sind. Die Aufgabe, Cluster mit möglichst homogenen Objekten zu bilden, entspricht der Zielsetzung, dass

die gebildeten Cluster sich möglichst stark voneinander unterscheiden. Die Clusteranalyse gehört zu den explorativen Verfahren der Datenanalyse. Empfohlen wird eine Kombination eines hierarchischen Verfahrens mit einem nicht-hierarchischen Verfahren. Dabei wird zunächst das Ward-Verfahren (als nicht-hierarchisches) Verfahren durchgeführt. In diesem Verfahren bildet jedes Objekt am Beginn ein eigenes Cluster. Nach Berechnung der Distanzen werden dann die beiden Objekte zu einem Cluster vereinigt, die die kleinste Distanz aufweisen usw.. Die optimale Anzahl an Clustern wird nicht vom Verfahren festgelegt, sondern kann anhand der Fehlerquadratsumme im Dendrogramm abgelesen werden. Das nicht hierarchische Verfahren der k-means Methode kann dann angeschlossen werden. Es ist in der Lage, einen wesentlichen Nachteil der hierarchischen Methode, nämlich die nicht mehr revidierbare Zuordnung von Objekten zu einem Cluster, aufzuheben, indem bei der Berechnung der euklidischen Distanzen der Elemente zu den Clusterzentren immer wieder überprüft wird, ob sich die Objekte noch in dem Cluster befinden, zu dessen Zentrum sie die geringste Distanz aufweisen. Gegebenenfalls wird die Zuordnung der Objekte korrigiert. Die Zahl der zu bildenden Cluster wird vom Anwender vorgegeben.

Da die in eine Clusteranalyse eingehenden Variablen häufig korreliert sind kann es sinnvoll sein, der Clusteranalyse eine Faktorenanalyse vorzuschalten und die Cluster anschließend auf der Grundlage dieser Faktoren zu bilden. In der vorliegenden Arbeit wird die jeweilige Vorgehensweise bei der Darstellung der Ergebnisse beschrieben und jeweils begründet, warum einzelne Variablen oder Faktoren in die Analyse eingehen.

Ein Kriterium zur Beurteilung der Homogenität der gefundenen Gruppe stellt der F-Wert dar. Je kleiner der F-Wert, desto geringer ist die Streuung dieser Variable in einer Gruppe im Vergleich zur Erhebungsgesamtheit.

Berechnet wird der F-Wert wie folgt:

$$F = \frac{V(J, G)}{V(J)}$$

mit $V(J, G)$: Varianz der Variable J in Gruppe G

$V(J)$: Varianz der Variable J in der Erhebungsgesamtheit

Der F-Wert sollte den Wert 1 nicht übersteigen.

Ein Cluster ist dann als vollkommen homogen anzusehen, wenn alle F-Werte kleiner als 1 sind.

Ein weiteres Kriterium zur Interpretation der Cluster ist der t-Wert. Er berechnet sich für jede Variable in einer Gruppe wie folgt:

$$t = \frac{X(J, G) - X(J)}{S(J)}$$

mit $X(J, G)$ = Mittelwert der Variable J über die Objekte in Gruppe G

$X(J)$ = Gesamtmittelwert der Variable J in der Erhebungsgesamtheit

$S(J)$ = Standardabweichung der Variable J in der Erhebungsgesamtheit

Negative t-Werte bedeuten, dass eine Variable in der betrachteten Gruppe im Vergleich zur Erhebungsgesamtheit unterrepräsentiert ist, positive t-Werte zeigen an, dass eine Variable in der betrachteten Gruppe im Vergleich zur Erhebungsgesamtheit überrepräsentiert ist. Die t-Werte können damit zur Charakterisierung der Cluster herangezogen werden, indem sie Hinweise darauf geben, welche Variablen die Clusterzugehörigkeit bestimmen.

Die Clusterzugehörigkeit eines Objekts bzw. einer Person kann im Anschluss an eine Clusteranalyse auch dazu benutzt werden, Beziehungen zu anderen, nicht in die Clusteranalyse einbezogenen Variablen, herzustellen. In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Zuordnung von Schülern zu bestimmten Schülertypen über das Verfahren der Clusteranalyse.

7.4 TESTINSTRUMENTE

Die Testinstrumente für die vorliegende Untersuchung wurden in wesentlichen Teilen neu entwickelt. Items, die aus Skalen anderer Studien übernommen oder an die vorliegende Fragestellung angepasst wurden, sind bei der Beschreibung der Skalen bzw. im Anhang als solche dargestellt.

Aufbau der Fragebögen. Das Deckblatt enthält Informationen zur Zielsetzung der Studie, Hinweise zum Ausfüllen des Fragebogens und die Zusicherung der Anonymität der Befragten. Diese wurden gebeten, eine persönliche Zuordnung der Fragebögen zu den beiden Messzeitpunkten zu ermöglichen, indem sie eine Codierung der Erhebungsinstrumente über das Geburtsdatum bzw. die Initialen der Eltern vornahmen.

Items. Im Fragebogen der ersten Erhebung, unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor, waren von den Lernenden 44 Items mit einem geschlossenen Antwortformat in Form einer vierstufigen Likert-Skala zu beantworten, die folgende Antwortmöglichkeiten vorsah: „stimmt gar nicht“, „stimmt wenig“, „stimmt ziemlich“ und „stimmt völlig“. Zehn Fragen an die Schüler waren in einem offenen Antwortformat zu beantworten. Hierbei handelte es sich vor allen Dingen um Fragen zur Bewertung des Aufenthalts und

zu den Inhalten der Experimente. Zwei Fragen des Fragebogens konnten ergänzend zur Beantwortung mittels einer Likert-Skala auch offen beantwortet werden.

Der Fragebogen der Follow-up-Erhebung bestand aus 43 Items mit einem geschlossenen Antwortformat und vier offenen Fragen.

Für einen Teil der Items wurde die Schlüsselrichtung verändert, d. h. sie wurden negativ formuliert so dass eine Itemverneinung auf das Vorhandensein des geprüften Merkmals hinweist¹⁰. Für die statistischen Auswertungen mussten diese Items umgepolt werden.

Itemanalyse. Die Itemschwierigkeiten lagen fast ausschließlich in dem allgemein gültigen akzeptablen Bereich (vgl. Anhang A 1.1). Lediglich 5 Items wiesen eine zu niedrige ($> 0,8$) bzw. zu hohe ($< 0,2$) Itemschwierigkeit auf. Da die Bedeutung dieses Gütekriteriums in einem Interessentest wie dem vorliegenden wesentlich geringer ist als z. B. in einem Wissenstest und die betreffenden Items darüber hinaus inhaltlich bedeutsam sind, wurde auf ihren Ausschluss aus dem Fragebogen verzichtet. Berechnet wurde der Schwierigkeitsindex nach der Formel für mehrstufige Items (Formel s. Anhang A 1.1).

Trennschärfe Koeffizient. Als Trennschärfe bezeichnet man die Korrelation zwischen Item und Gesamtskala, die sich unter Ausschluss des jeweiligen Items ergäbe. Der Koeffizient ist wichtigstes Kriterium zur Beurteilung der Brauchbarkeit eines Items. Die Trennschärfe ist für mittlere Schwierigkeitsindexe am höchsten, während sie für niedrige und hohe Schwierigkeitsindexe abfällt. Die Trennschärfe der Items wird in den Tabellen zur Reliabilitätsanalyse der Skalen angezeigt (vgl. Anhang A 1.2). Die Werte weisen für fast alle Items eine gute Trennschärfe aus. Lediglich die Trennschärfen weniger Items befinden sich nur im zufrieden stellenden Bereich. Vier Items mussten aufgrund mangelhafter Trennschärfe ausgeschlossen werden.

7.4.1 Skalenbildung

Für die Testkonstruktion vieler Studien haben einzelne Items keine eigene Bedeutung sondern dienen in ihrer Gesamtheit dazu, übergeordnete Konstrukte zu erfassen, die selbst nicht direkt messbar sind. In der vorliegenden Studie sind die Items zum Teil so formuliert worden, dass sie möglichst umfassend Merkmale oder Bedingungen außerschulischer Lernorte abbilden. Die durchgeführten Faktorenanalysen sind deshalb häufig nicht als konfirmatorisch zu bezeichnen, indem sie theoretisch hergeleitete Faktoren bzw. Skalen bestätigen, sondern haben überwiegend einen explorativen Charakter, indem die Bildung von Faktoren bzw. Skalen auch als ein Ergebnis der Analyse betrachtet werden kann (vgl. *Backhaus et al.*, 2003). Die Faktorenanalyse hat in diesem Fall die Funktion, unbekannte Zusammenhänge aufzudecken bzw. Strukturen in einem empirischen Datensatz sichtbar zu machen. Die gebildeten Faktoren sind über die ihnen zugrunde liegenden Items inhaltlich zu charakterisieren und im Hinblick auf ihre Bedeu-

¹⁰ Zur Begründung dieser Vorgehensweise vgl. Bortz & Döring 2002, S. 236.

tung zu interpretieren¹¹. Um die Fragestellungen der Studie zu bearbeiten, werden sie zueinander in Beziehung gesetzt. Die Skalenbildung für die vorliegende Arbeit aufgrund der faktorenanalytischen Ergebnisse aus dem Datensatz der Vorstudie wird ungeachtet ihres teilweisen „Ergebnischarakters“ im Methodenteil beschrieben. Im Ergebnisteil werden diejenigen Faktorenanalysen beschrieben, die zusätzliche Aspekte beleuchten.

7.4.1.1 Schülermerkmale

Individuelles Interesse an Naturwissenschaften

Urhahne, Jeschke et al. (2004) konnten in einem direkten Vergleich zum tatsächlich gezeigten Interesse einer untersuchten Stichprobe nachweisen, dass die Erhebung von Interessen mittels Fragebogen eine geeignete und valide Methode darstellt. Das individuelle Interesse an den Naturwissenschaften wurde in der vorliegenden Studie in Anlehnung an die Skala von *Köller, Schnabel & Baumert* (2000) zum Interesse an und Selbstkonzept in Mathematik erhoben. Diese sieht wie in der vorliegenden Arbeit ein vierstufiges Antwortformat vor und weist trotz der niedrigen Item-Anzahl eine hohe Reliabilität (Cronbachs Alpha $\alpha = ,88$) auf.

Die Reliabilität der Skala (Tab. 7.4) erreicht für den Datensatz der vorliegenden Studie lediglich einen Cronbachs Alpha-Wert von $\alpha = ,680$ und liegt damit nur im befriedigenden Bereich.

Tabelle 7.4: Skala zur Erfassung des individuellen Interesses an Naturwissenschaften

Individuelles Interesse	
Ind 1	Naturwissenschaften bringen mir Spaß.
Ind 2	Naturwissenschaftliche Themen interessieren mich auch außerhalb der Schule.
Ind 3	Ich führe selbst gerne Experimente durch.
Ind 4	Ich informiere mich mittels verschiedener Medien (TV, Zeitschriften, Internet, Bücher) über aktuelle Forschung und wissenschaftliche Themen.
Cronbachs $\alpha = ,680$	

Ergänzend zu dieser Skala wurden die **beiden Lieblingsfächer** der Schüler erfragt.

¹¹ Zu den Gütekriterien vgl. Kap. 7.5.4 und Bortz (1999).

Selbstkonzept in den Naturwissenschaften

Auch die Items zum Selbstkonzept (Tab. 7.5) entstammen der Studie von *Köller, Schnabel & Baumert* (2000), und die vier Items erreichten dort einen Cronbachs Alpha Wert von $\alpha = ,92$. Für die vorliegende Arbeit wurden die Items im Hinblick auf die Naturwissenschaften umformuliert.

Obwohl zwei Items mangels Trennschärfe aus der Skala ausgeschlossen werden mussten, hat die Skala mit einem Cronbachs Alpha von $\alpha = ,806$ eine hohe Reliabilität. Trotzdem werden die Analysen zum Selbstkonzept sowie die Interpretation der Ergebnisse aufgrund der geringen verbliebenen Item-Anzahl nur vorsichtig interpretiert.

Tabelle 7.5: Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts in den Naturwissenschaften

Selbstkonzept	
Selbst 1	Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.
Selbst 2	Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.
Cronbachs $\alpha = ,806$	

Als weiteres Schülermerkmal wurden die **Schulnoten des letzten Zeugnisses** für die naturwissenschaftlichen Fächer erhoben.

7.4.1.2 Merkmale der Schülerlabore als außerschulische Lernumgebungen

Die Schülerlabore werden in der vorliegenden Studie daraufhin untersucht, welche der Bedingungen Experimentieren, Kontexte und Authentizität auf das aktualisierte Interesse der Lernenden einwirken. Zwei dieser Faktoren, Experimentieren und Kontexte, können aufgrund der Ergebnisse der Vorstudie dabei als grundsätzlich in der außerschulischen Lernsituation gegeben betrachtet werden und müssen nicht operationalisiert werden. Das Maß der von den Lernenden erlebten Authentizität ist allerdings von Schülerlabor zu Schülerlabor unterschiedlich und wurde deshalb in der vorliegenden Arbeit erhoben, um es zu den abhängigen Variablen in Beziehung setzen zu können. Die Items zu den Aspekten von Schülerlaboren als authentische Lernumgebungen wurden neu entwickelt (Tab. 7.6). Dabei sollte nicht das Interesse an außerschulischen Lernumgebungen operationalisiert werden sondern das Maß des Erlebens einer authentischen forschungsnahe Lernumgebung. Zwei Items mussten aufgrund mangelnder Trennschärfe ausgeschlossen werden, so dass die Skala für die Hauptstudie drei Items mit einer nicht be-

riedigenden Reliabilität (Cronbachs Alpha von lediglich $\alpha = ,465$ umfasst (s. Anhänge A 1.2.6, Anhang 31).

Tabelle 7.6: Skala zum Erleben von Schülerlaboren als authentische außerschulische Lernumgebungen (Einblick in Forschung)

Einblick in Forschung	
LU 1	Ich habe heute etwas erfahren über die aktuellen Forschungsschwerpunkte des Instituts.
LU 2	Die Forschungsschwerpunkte wurden uns so vermittelt, dass ich die Inhalte gut verstehen konnte.
LU 3	Ich habe einen Eindruck vom Arbeitsalltag der Wissenschaftler/innen gewonnen.
Cronbachs $\alpha = ,465$	

Prenzel, Drechsel et al. (1998) haben die Instruktionsqualität als interessenfördernde Bedingung beschrieben. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Faktor gerade für Schülerlabore eine besondere Bedeutung hat. Zum einen ist die Konstellation Wissenschaftler – Schüler eine für die Schüler ungewohnte Lernsituation, in der die Kommunikation mit den Wissenschaftlern durch andere Einflüsse (Vorwissen) beeinflusst sein kann, zum anderen sind die Wissenschaftler täglich neu gefordert, sich auf eine unbekannte Schülergruppe und deren Kenntnisstand einzustellen. Die Skala zur Instruktionsqualität (Tab. 7.7) wurde mit vier Items operationalisiert, die sich faktorenanalytisch gut trennen lassen von den Items zur Kommunikation zwischen den Schülern. Drei Items erweisen sich als tauglich für die Skala. Die Reliabilität ist mit einem Cronbachs Alpha von $\alpha = ,691$ als zufriedenstellend zu betrachten.

Tabelle 7.7: Skala zur Erfassung der Instruktionsqualität

Instruktionsqualität	
Instr. 1	Die Betreuer/innen im Schülerlabor haben während des Experimentierens ausreichend Hilfestellung gegeben.
Instr. 2	Die Betreuer/innen sind auf unsere Fragen gut eingegangen.
Instr. 3	Nach jedem Experiment haben wird die Ergebnisse ausreichend diskutiert.
Cronbachs $\alpha = ,691$	

7.4.1.3 Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht

Die Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den regulären Unterricht ist im Rahmen der vorliegenden Evaluationsstudie eine bedeutende unabhängige Variable. In dem

in vielen internationalen Studien eingesetzten „Science Laboratory Environment Inventory (SLEI)“ wird die Einbettung in den regulären Unterricht als eine von fünf Skalen zu den Bedingungen von Labwork operationalisiert (Fraser, McRobbie et al., 1993)(vgl. Kap. 4.3). Vier Items der entsprechenden Skala des Fragebogens wurden übersetzt und in ihrer Formulierung an die Gegebenheiten der Schülerlabore angepasst. Zusätzlich konnten die Schüler in einer Liste von Optionen angeben, ob sie sich für einen möglichen weiteren Schülerlabor-Besuch eine bessere Vorbereitung im Schulunterricht wünschen. In einer explorativen Faktorenanalyse über *alle* Items des Fragebogens laden drei der vier Items zum Unterrichtsbezug auf einem Faktor. Ein viertes Item („Bei den Experimenten wurde Wissen vorausgesetzt, das ich nicht habe“) erzielte die höchste Faktorladung auf dem Faktor „Kompetenzerleben“. Aus inhaltlichen Gründen verblieb das Item in der Skala zum Unterrichtsbezug.

Die Reliabilität der Skala (4 Items, Tab. 7.8) ist mit einem Cronbachs Alpha von $\alpha = ,639$ unter Berücksichtigung der Zahl der Items voll befriedigend (Anhänge A 1.2.3, Anhang 23).

Tabelle 7.8: Skala zur Vorbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im Schulunterricht

Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht	
Ubezug 1	Ich konnte mein Wissen aus dem Unterricht während des Experimentierens anwenden.
Ubezug 2	Bei den Experimenten wurde Wissen vorausgesetzt, das ich nicht habe.
Ubezug 3	Die Experimente haben keinen inhaltlichen Bezug zu den Themen, die wir gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht bearbeiten.
Ubezug 4	Wir haben schon vorher im Unterricht über die Experimente gesprochen, die wir hier durchgeführt haben.
$\alpha = ,639$	

Für die Erhebung der Integration in den Unterricht in der Follow-Up-Erhebung wurden 3 Items konstruiert, die die Nachbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im darauf folgenden Unterricht erheben (Tab. 7.9). Die Reliabilität ist mit $\alpha = ,582$ nicht zufriedenstellend.

Tabelle 7.9: Skala zur Nachbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im anschließenden Fachunterricht

Nachbereitung im Unterricht	
Nachb.1	Wir haben im Anschluss an den Aufenthalt im Unterricht über die im Schülerlabor durchgeführten Experimente gesprochen
Nachb.2	Wir haben im Unterricht zu dem Thema der Experimente gearbeitet
Nachb.3	Wir haben im Unterricht über die Forschungseinrichtung, der das Schülerlabor angegliedert ist, gesprochen
$\alpha = 0,582$	

7.4.1.4 Basic needs

Die „basic needs“, die in Kap. 5.3.2 beschrieben wurden, gehen als Prozessvariablen in die vorliegende Untersuchung ein und ermöglichen Analysen zum situativen Erleben des Aufenthalts im Schülerlabor.

Kompetenzerleben und Autonomie

Zunächst werden die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse zu Kompetenzerleben und Autonomie dargestellt. Der KMO-Wert als Maß der Stichprobeneignung liegt mit ,611 im mittleren Bereich. *Lewalter, Wild et al.* (2001) haben eine enge Wechselwirkung zwischen Autonomie und Kompetenzerleben beschrieben (vgl. Kap. 5.3.2). In dieser Arbeit weisen die Items der beiden Faktoren Kompetenzerleben und Autonomie keine Doppelladungen (bei einer Darstellung der Faktorladungen $>0,4$) auf, so dass die beiden Komponenten als gut getrennte Faktoren betrachtet werden können (Tab. 7.10).

Tabelle 7.10: Komponentenmatrix der explorativen Faktorenanalyse zum Kompetenz- bzw. Autonomieerleben (dargestellt sind Faktorladungen > 0,4).

Rotierte Komponentenmatrix		
	Komponente	
	Kompetenz- erleben	Autonomie- erleben
Ich habe die Experimente nach Anleitung bearbeitet, ohne immer genau zu wissen, was ich gerade tue.	,766	
Ich habe nicht immer verstanden, was ich in meinen Experimenten untersuchen sollte.	,741	
Ich habe nicht alles verstanden, was uns die Wissenschaftler über ihre Arbeit vermittelt haben.	,640	
Ich war mir oft unsicher beim Durchführen der Experimente.	,572	
Die Handhabung der Laborgerätschaften war mir während des Experimentierens nicht genügend vertraut.	,568	
Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen in den Experimenten umzusetzen.		,788
Ich konnte zu wenig selbst bestimmen.		,777
Ich hätte gerne die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln bzw. zu variieren.		,552
Cronbachs α	$\alpha = ,671$	$\alpha = ,620$

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse
Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung

Anmerkung: Diese negativ formulierten Items wurden für die Auswertung umcodiert.

Die Reliabilität der Skala zum Kompetenzerleben erreicht einen Cronbachs Alpha von $\alpha = ,671$ mit guten Trennschärfekoeffizienten für die einzelnen Items (vgl. Anhänge A 1.2.4, Anhang 25).

Der Faktor Autonomieerleben, operationalisiert als Offenheit der Lernsituation erreicht einen Cronbachs Alpha von $\alpha = ,620$, ein Wert, der angesichts der Zahl der Items noch als zufrieden stellend zu betrachten ist.

Soziale Eingebundenheit

Die soziale Eingebundenheit wurde im Hinblick auf die Zusammenarbeit der Schüler operationalisiert. Ein Vergleich mit den Items zur Instruktionsqualität (Kommunikation mit den Wissenschaftlern) macht große Übereinstimmungen in der Formulierung der Items deutlich. Die entsprechenden Items wurden deshalb gemeinsam faktorenanalytisch untersucht, um festzustellen, ob es gemeinsame Ladungsstrukturen gibt und die Faktorenanalyse möglicherweise eine gemeinsame Skala zur sozialen Eingebundenheit (Mitschüler und Wissenschaftler) nahe legt.

Tabelle 7.11: Komponentenmatrix der Faktorenanalyse zur sozialen Eingebundenheit sowie zur Instruktionsqualität. Dargestellt sind Faktorladungen $> 0,4$.

Rotierte Komponentenmatrix		
	Komponente	
	Instruktions- qualität Wis- senschaftler	Soz. Eingebundenheit Schüler
Die Betreuer/innen sind auf unsere Fragen gut eingegangen.	,776	
Die Betreuer/innen haben während des Experimentierens ausreichend Hilfestellung gegeben.	,802	
Nach jedem Experiment haben wir die Ergebnisse ausreichend diskutiert.	,717	
Wir haben während des Experimentierens über die Versuche diskutiert.		,736
Ich habe heute gut mit meinen Mitschüler/innen zusammengearbeitet		,604
Ich habe heute meinen Mitschüler/innen etwas erklärt oder mir ist etwas erklärt worden		,611
Cronbachs α	$\alpha = ,659$	$\alpha = ,590$

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung

Es lassen sich jedoch zwei Faktoren trennen, die im Folgenden beschrieben werden (Tab. 7.11):

Der KMO-Wert als Maß der Stichprobeneignung beträgt ,692 und liegt damit im zufrieden stellenden Bereich.

Für die Skala zur *Instruktionsqualität* durch die Wissenschaftler ergibt sich ein Cronbachs Alpha von $\alpha = ,659$. Da beide Komponenten die Items vollständig trennen und keine Doppelladungen $>0,4$ auftreten, wird für die weitere Analyse folgendermaßen vorgegangen: Das Erleben sozialer Eingebundenheit wird operationalisiert über die Items zur Zusammenarbeit mit den Mitschülern als der wesentlichen Bezugsgruppe der Befragten. Die Items zur Qualität der Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern bilden die bereits beschriebene Skala „Instruktionsqualität“ und charakterisieren als Faktor der persönlichen Begegnung mit Wissenschaftlern gemeinsam mit den Items zum Erleben der authentischen Lernumgebung die Komponenten der Bedingungen der Schülerlabore als authentische außerschulische Lernorte.

Die Skala zur *sozialen Eingebundenheit* hinsichtlich der Mitschüler erreicht einen Cronbachs Alpha von $\alpha = ,590$. Diese vergleichsweise geringe Reliabilität resultiert aus dem hohen Mittelwert und der damit relativ geringen Trennschärfe des Items „*Ich habe heute gut mit meinen Mitschülern zusammengearbeitet*“, das aus inhaltlichen Gründen aber dennoch in der Skala belassen wurde.

7.4.1.5 Interesse der Schülerinnen an verschiedenen Bedingungen der Schülerlabore

Die Items, über die das Interesse an den verschiedenen Aspekten der Schülerlabore operationalisiert wurde (Tab. 7.12, folgende Seite), zeichneten sich in der Faktorenanalyse durch ein hervorragendes Maß der Stichprobeneignung mit einem KMO-Wert von ,896 aus. Die Kommunalitäten der einzelnen Items sind ebenfalls hoch (Anhang A 1.2.5, Anhang 27) und weisen damit auf eine gute Repräsentation in den Faktoren hin.

Die explorative Faktorenanalyse mit der Extraktion der Hauptkomponenten ergibt vier Faktoren, die insgesamt 60 % der Gesamtvarianz aufklären. Der erste Faktor alleine erklärt knapp 20 % der Varianz (Anhang 1.2.5, Anhang 27).

Inhaltlich lassen sich die vier Komponenten folgendermaßen charakterisieren:

Der erste und bedeutendste Faktor beinhaltet jene Items, die das Interesse an den Experimenten bzw. Laborgeräten thematisieren. Ein weiterer Faktor umfasst diejenigen Items, über die das Interesse an Kontextbezügen ausgedrückt wird. In der dritten Komponente zeigen Items mit der Operationalisierung der außerschulischen bzw. authentischen Lernumgebung eine hohe Faktorladung. Schließlich zeigt sich ein vierter Faktor, der 10% der Varianz aufklärt und aus zwei Items gebildet wird, die ausschließlich das epistemische Interesse umfassen, indem sie den Wunsch ausdrücken, die Experimente im Unterricht noch einmal zu besprechen bzw. noch einmal durchzuführen. Die beiden Faktorladungen des Items zum Wunsch nach einer Wiederholung der Experimente im Unterricht belegen, dass das Item sowohl das Interesse an den Experimenten als auch das epistemische Interesse einer weiteren Beschäftigung mit den Inhalten der Schülerlabore ausdrückt. Es wird der Komponente „epistemisches Interesse“ aufgrund der deutlich höheren Faktorladung zugeordnet.

Tabelle 7.12: Komponentenmatrix der Faktorenanalyse zum aktualisierten Interesse. Dargestellt sind Faktorladungen $>0,4$.

Rotierte Komponentenmatrix (Varimax)				
	Komponente			
	Experimen- tieren	Kontexte	Authen- tizität	epist. Interesse Exp.
Ich hatte Spaß daran, mit den Laborgeräten zu experimentieren.	,795			
Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	,704			
Ich fand es spannend, an richtigen Laborgeräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	,643			
Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein ist mir wichtig.	,603	,417		
Experimentieren half mir, fachliche Inhalte besser zu verstehen.	,575			
Die Experimente dauerten oft zu lange.	,479			
Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen		,782		
Über Forschungsschwerpunkte, die uns vorgestellt wurden, möchte ich mich gerne weiter informieren.		,702		
Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge.		,529		
Besuche von Schülerlabors sind nicht mehr als ein netter Schulausflug			,734	
Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen			,692	
Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler persönlich über seine Forschungsarbeit berichtet.			,417	
Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftlern			,405	
Ich möchte gerne die Experimente noch einmal im Unterricht besprechen.				,825
Ich würde ähnliche Experimente gerne noch einmal in der Schule durchführen	,406			,591
Cronbachs Alpha	$\alpha = ,759$	$\alpha = ,688$	$\alpha = ,662$	

Diese Items zum Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore, die in der durchgeführten explorativen Faktorenanalyse zu einer klaren Faktorstruktur mit vier identifizierten und inhaltlich gut zu interpretierenden Faktoren geführt haben, sind so formuliert worden, dass sie gleichzeitig die drei Dimensionen des Interesses, die emotionale Komponente, die Wertkomponente sowie die epistemische Komponente abbilden. Diese Dimensionen werden in einer explorativen Faktorenanalyse jedoch überwiegend nicht als eigene Faktoren extrahiert, sondern den zuvor beschriebenen Komponenten Experimentieren, Kontexte, authentische Lernumgebung untergeordnet. Lediglich zwei Items zum epistemischen Interesse bilden in der explorativen Faktorenanalyse einen eigenen Faktor. Die Skalenwerte sind im Anhang (Anhänge A 1.2.5, Anhang 28,29,30 dargestellt)

7.4.1.6 Molekularbiologie

Das Erhebungsinstrument der vorliegenden Studie wurde in erster Linie unter dem Gesichtspunkt konstruiert, themenübergreifend in Schülerlaboren einsetzbar zu sein. In der Hauptstudie war es dann aufgrund der Konzentration auf molekularbiologisch ausgerichtete Schülerlabore möglich, auch inhaltliche Aspekte im Fragebogen zu berücksichtigen. Grundlage der Itementwicklung war die Studie von *Todt & Götz* (1998), die bei Oberstufenschülern ein differenziertes Interesse an verschiedenen Aspekten der Gentechnik feststellen konnten (vgl. Kap. 5.3.5). Items aus dieser Studie wurden für die vorliegende Studie angepasst und bilden den Itempool zu den allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie (1,4,9,12) in der Liste der eingesetzten Items (Tab. 7.13). Sie wurden ergänzt um Items, die sich auf die Bedingungen der Schülerlabore (z. B. wissenschaftliches Arbeiten in einem Gentechnik-Labor (Items Nr. 2,8,9,14,5) und vornehmlich auf die hier durchgeführten Experimente (z. B. Funktion von PCR und Restriktionsverdau, Anwendung des genetischen Fingerabdrucks) sowie Grundlagenwissen beziehen. (Items Nr. 3, 5,6,7,10,11,13,16,17,18) Die Items wurden folgendermaßen formuliert: „ *Der Besuch im Schülerlabor hat mein Interesse an folgenden Fragen gesteigert...*“ Im Sinne der Interestheorie handelt es sich demnach bei dem so erhobenen Interesse um ein epistemisches, d. h. ein auf zukünftigen Wissenszuwachs ausgerichtetes Interesse (vgl. Kap. 5.2.1). Das Wissen wurde als subjektiver Wissenserwerb im Zusammenhang mit dem Besuch des Schülerlabors erhoben und das Item vergleichbar formuliert: „*Der Besuch im Schülerlabor hat mein Wissen an folgenden Fragen gesteigert...*“. Die Itemformulierung entspricht damit der Operationalisierung von Interesse und Wissen in der Studie von *Todt & Götz* (1998), in der auch die Abhängigkeit zwischen Wissen und Interesse an verschiedenen Aspekten der Gentechnik analysiert wurde.

Tabelle 7.13: Items des Tests zum Interesse an und subjektiven Wissenserwerb in der Molekularbiologie. Beantwortung über eine Likert-Skala von 1 (stimmt gar nicht) bis 4 (stimmt völlig).

Nr.	Item: Der Besuch im Schülerlabor hat mein <u>Interesse</u> (Item 1) / <u>Wissen</u> (Item 2) an folgenden Fragen gesteigert...
1	...wie man Erbkrankheiten mit Hilfe gentechnischer Methoden feststellen bzw. heilen kann.
2	...wie Wissenschaftler die Entwicklung der Gentechnologie sehen.
3	...wie eine Gelelektrophorese funktioniert.
4	...welche ethischen Probleme im Zusammenhang mit Gentechnologie entstehen können.
5	...wie eine PCR funktioniert.
6	...in welchen Bereichen PCR angewendet wird.
7	...wie ein genetischer Fingerabdruck funktioniert.
8	...wie genau man in einem Gentechnik-Labor arbeiten muss.
9	...welche Forschungsthemen im Bereich Gentechnologie aktuell sind.
10	...wie die molekularbiologischen Abläufe von PCR oder Restriktionsverdau sind.
11	...wie ein Restriktionsenzym aufgebaut ist.
12	...wie man mit Hilfe der Gentechnologie pharmazeutische Produkte herstellen kann.
13	...was genau eine Polymerase macht.
14	...wie man in einem Labor arbeitet.
15	...wie Wissenschaftler arbeiten.
16	...welche weiteren gentechnischen Verfahren es gibt.
17	...wie man DNA verändern kann.
18	...an molekulargenetischen Grundlagenkenntnissen.

Interesse an molekularbiologischen Themen

Die Gesamtskala zum Interesse an molekularbiologischen Themen weist mit einem Cronbach's Alpha-Wert von $\alpha = ,922$ eine sehr zufrieden stellende Reliabilität auf. Eine durchgeführte Faktorenanalyse nach der Hauptkomponenten-Methode zeigte mit einem KMO-Wert von ,917 zunächst eine nach *Backhaus* (2003) als „fabelhaft“ zu bezeichnende Stichprobeneignung (vgl. Anhänge 1.2.1, Anhang 15). Die Varimax-Rotation ergab drei Komponenten, die jeweils etwa 20% und insgesamt 58% der Gesamtvarianz erklären und in Tabelle 7.14 dargestellt sind. Die Kommunalitäten der Items liegen zwischen 0,417 und 0,749 und weisen damit auf eine ausreichende bis gute Repräsentation durch die Faktoren hin.

Tabelle 7.14: Ergebnis der Faktorenanalyse (Hauptkomponenten mit Varimax-Rotation) zum Interessezuwachs an verschiedenen Themen der Molekularbiologie (dargestellt sind Faktorladungen > 0,4).

Rotierte Komponentenmatrix			
Item (Nr.)	Komponente		
	Molekularbiologie allg.	Experimente	Wiss. Laborarbeit
Interesse ethische Probleme (4)	,769		
Interesse Fingerabdruck (7)	,679		
Interesse DNA-Veränderung (17)	,636		
Interesse pharmazeutische Produkte (12)	,619		
Interesse gentechnische Verfahren (16)	,604		,491
Interesse Erbkrankheiten (1)	,583		
Interesse Wissenschaftler (2)	,538		
Interesse Forschung (9)	,497		,489
Interesse PCR (5)		,822	
Interesse Gelelektrophorese (3)		,774	
Interesse Bereich PCR (6)		,719	
Interesse molekulare biologische Abläufe (10)		,633	
Interesse Restriktionsenzyme (11)		,549	
Interesse Polymerase (13)	,406	,528	
Interesse Arbeit Wissenschaftler (15)			,827
Interesse Laborarbeit (14)			,791
Interesse genaue Laborarbeit (8)			,734
Interesse molekulare genetische Grundlagen (18)	,443		,488
Cronbachs Alpha	$\alpha = ,864$	$\alpha = ,838$	$\alpha = ,838$

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse
 Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung

Interpretation der Faktoren. Die drei Faktoren „Molekularbiologie allgemein“ (1), „Experimente“ (2), „Wissenschaftliche Laborarbeit“ (3) lassen sich folgendermaßen interpretieren: In der ersten Komponente befinden sich diejenigen Items, die sich auf allgemeine Aspekte der Molekularbiologie bzw. Gentechnik beziehen. Die sechs Items der zweiten Komponente beziehen sich auf die konkreten inhaltlichen Themen des Aufenthalts im Schülerlabor und damit auf die durchgeführten Experimente. Im dritten Faktor zeigen diejenigen Items eine hohe Ladung, die sich auf das Interesse an Laborarbeit bzw. an wissenschaftlicher Arbeit beziehen und damit ebenso wie der zweite Faktor einen unmittelbaren Bezug zum Aufenthalt im Schülerlabor aufweisen. Ein Item zum Interesse an molekulargenetischen Grundlagen lädt mit ähnlichen Werten auf den Faktoren 1 und 3. Da zudem beide Ladungen einen Wert unter 0,5 aufweisen, wird das Item in den weiteren Analysen nicht berücksichtigt. Das Item zum Interesse an aktuellen Forschungsthemen, das ebenfalls ähnlich hohe Ladungen knapp unter dem als gut interpretierbar eingestuften Wert von 0,5 auf den beiden Faktoren 1 und 3 zeigt, wird aus inhaltlichen Erwägungen dem Faktor 1 zugeordnet.

Die Reliabilitäten der Subskalen liegen zwischen Cronbachs Alpha $\alpha = ,838$ und Cronbachs Alpha $\alpha = ,864$ und damit in sehr zufrieden stellenden Größenordnungen (Tab. 7.15).

Tabelle 7.15 Reliabilitäten (Cronbachs Alpha) der Subskalen zum Interesse an Molekularbiologie

Subskalen Interesse Molekularbiologie	Cronbachs Alpha (α – Wert)
Molekularbiologie allgemein (8 Items)	$\alpha = ,864$
Experimente (6 Items)	$\alpha = ,838$
Wiss. Laborarbeit (3 Items)	$\alpha = ,838$

Subjektiver Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie

Die Gesamtskala zum subjektiven Wissenserwerb erreicht mit einem Cronbachs Alpha – Wert von $\alpha = ,879$ ebenfalls eine sehr zufrieden stellende Reliabilität. Auch das Kaiser-Meyer-Olkin-Maß der Stichprobeneignung für eine Faktorenanalyse verfehlt mit einem Wert von ,858 nur knapp den „fabelhaften Bereich“. Die Kommunalitäten der Items zum subjektiven Wissenserwerb liegen (bis auf eine Ausnahme) in einem zufrieden stellenden Bereich zwischen ,418 und ,761, so dass die Items durch die identifizierten Faktoren gut repräsentiert sind (Anhänge 1.2.1, Anhang 6).

Tabelle 7.16: Ergebnis der Faktorenanalyse zum subjektiven Wissenserwerb in verschiedenen Bereichen der Molekularbiologie. (dargestellt sind Faktorladungen > 0,4).

Rotierte Komponentenmatrix				
	Komponente			
	1	2	3	4
Wissen gentechnische Verfahren (16)	,736			
Wissen Erbkrankheiten (1)	,725			
Wissen ethische Probleme (4)	,725			
Wissen DNA-Veränderung (17)	,572			,437
Wissen Fingerabdruck (7)	,520			
Wissen PCR (5)		,839		
Wissen Gelelektrophorese (3)		,790		
Wissen Bereich PCR (6)		,678		
Wissen Polymerase (13)		,444		
Wissen genaue Laborarbeit (8)			,784	
Wissen Laborarbeit (14)			,723	
Wissen Arbeit Wissenschaftler (15)			,695	
Wissen Wissenschaftler (2)	,471		,526	
Wissen Forschung (9)			,462	
Wissen Restriktionsenzym (11)				,771
Wissen molekularbiologische Abläufe (10)				,754
Wissen pharmazeutische Produkte (12)	,544			,565
Wissen molekulargenetische Grundlagen (18)				,475
Cronbachs Alpha	$\alpha = ,799$	$\alpha = ,769$	$\alpha = ,713$	$\alpha = ,677$

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse
 Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung

Interpretation der Faktoren. Die 18 Items zeigen sich in der rotierten Komponentenmatrix auf vier gut voneinander getrennte Faktoren verteilt (Tab 7.16). Der erste Faktor wird, wie auch bei den Items zum Interesse an Molekularbiologie, gebildet von den Items, die sich auf allgemeine Aspekte der Molekularbiologie bzw. Gentechnik beziehen. Der zweite Faktor bezieht sich wiederum auf die Items zu den im Schülerlabor themati-

sierten Aspekten und den konkreten Inhalten der durchgeführten Experimente. Der dritte Faktor zeigt ebenfalls große Übereinstimmung zum dritten Faktor der Interessen-Skala, indem dort diejenigen Items hohe Faktorladungen aufweisen, die sich auf die Arbeit im Labor bzw. wissenschaftliche Arbeitsweisen beziehen. Der vierte Faktor schließlich setzt sich aus Items zusammen, die in der Interessenskala überwiegend gemeinsam mit den Items zu den Experimenten auf Faktor 2 laden. Für die Subskala zum Wissenserwerb bilden sie eine eigene Komponente und sind inhaltlich charakterisiert durch allgemeine inhaltliche Aspekte der Molekularbiologie sowie Grundlagenkenntnisse und zeigen damit einen geringeren Bezug zu den im Schülerlabor durchgeführten Experimenten. Das Item „wie man mit Hilfe der Gentechnik pharmazeutische Produkte herstellen kann“ wurde aus inhaltlichen Gründen dem Faktor „Molekularbiologie allgemein“ zugeordnet, obwohl es die höhere Faktorladung (,565 gegenüber ,544) auf dem Faktor „Molekularbiologische Grundlagen“ erzielt. In Tabelle 7.17 sind die Reliabilitäten der Faktoren dargestellt (vgl. Anhang 9,10,11,12).

Tabelle 7.17: Reliabilitätswerte (Cronbachs Alpha) der Subskalen zum subjektiven Wissenserwerb in verschiedenen Bereichen der Molekularbiologie

Subskalen Wissenserwerb Molekularbiologie	Cronbach's Alpha (α – Wert)
Molekularbiologie allgemein (6 Items)	$\alpha = ,799$
Experimente (4 Items)	$\alpha = ,769$
Wiss. Laborarbeit (5 Items)	$\alpha = ,713$
Molekularbiol. Grundlagen (3 Items)	$\alpha = ,677$

7.4.1.7 Offene Fragen im Fragebogen

Die Antworten auf Fragen mit offenem Antwortformat wurden nach den Kriterien der qualitativen Inhaltsanalyse von zwei Personen ausgewertet und mit dem Programm „MAX qda“ kategorisiert. Die folgenden offenen Fragen wurden gestellt:

- *Was haben Sie heute gelernt?*
- *Welche Fragen sind offen geblieben?*
- *Was hat Ihnen am heutigen Besuch des Labors am besten gefallen?*
- *Was hat Ihnen am heutigen Besuch des Labors am wenigsten gefallen?*
- *Am interessantesten fand ich das Experiment:*
- *An folgenden Experimenten hätte ich gerne intensiver gearbeitet:*
- *Besonders spannend fand ich die folgende Labortätigkeit:*
- *Am wenigsten interessant fand ich die Labortätigkeit:*

7.4.1.8 Weitere erhobene Aspekte der Schülerlabore

Um die allgemeine Akzeptanz des Aufenthaltes im Schülerlabor zu erheben, wurden gängige Fragen in den Fragebogen aufgenommen. So wurden die Schüler gefragt, ob sie ein weiteres Mal ein Schülerlabor besuchen möchten. Außerdem wurden sie gebeten, den Besuch insgesamt mit einer Schulnote zu bewerten. Die Lernenden hatten die Möglichkeit, fünf vorgegebene Optimierungsvorschläge für einen weiteren Besuch in einem dichotomen Antwortformat mit „ja“ oder „nein“ zu bewerten.

Item: *Für einen weiteren Besuch würde ich mir wünschen:*

- ... die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln bzw. zu verändern;*
- ... intensivere inhaltliche Vorbereitung des Besuchs durch unsere Lehrer;*
- ... mehr Informationen über Forschungsschwerpunkte im Institut;*
- ... einen längeren Aufenthalt (2 Tage oder Projektwoche);*
- ... mehr Informationen zu den Experimenten während wir experimentieren.*

7.4.2 Vergleich der beiden Erhebungsinstrumente (Ersterhebung und Follow-up-Erhebung)

Die beiden Instrumente sind im Hinblick auf die abhängige Variable im Wesentlichen übereinstimmend aufgebaut. Die Skala zum Selbstkonzept fehlt in der Follow-up-Erhebung, da eine erneute Erhebung dieses eher langfristig veränderbaren Konstrukts innerhalb kurzer Zeit wenig sinnvoll erschien. Das individuelle Interesse an Naturwissenschaften wurde jedoch ein zweites Mal erhoben, weniger, um aus den Ergebnissen Effekte des Aufenthalts im Schülerlabor abzuleiten, sondern um die Skala über eine erneute Erhebung zu validieren. Der Unterrichtsbezug wurde in der Follow-up-Erhebung nicht thematisiert, dafür jedoch die Nachbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im anschließenden Fachunterricht. Die Zahl der offenen Fragen wurde reduziert und auf die wesentlichen beschränkt um den Zeitaufwand zum Ausfüllen während des Schulunterrichts möglichst gering zu halten.

Eine wichtige Komponente des zweiten Fragebogens ist die Erhebung der Wertkomponente des Interesses im Hinblick auf von den Schülern längerfristig als wesentlich empfundene Aspekte und Charakteristika der Schülerlabore.

In Tabelle 7.18 werden beide Erhebungsinstrumente gegenübergestellt. Die vollständigen Fassungen finden sich im Anhang (Anhänge B)

Tabelle 7.18: Vergleich der beiden Erhebungsinstrumente

Vergleich der beiden Erhebungsinstrumente		
Skala/ Fragen	Ersterhebung	Follow-up-Erhebung
Individuelles Interesse	X	X
Selbstkonzept	X	
Integration Unterricht	X	
Nachbereitung Unterricht		X
Aktualisiertes Interesse	X	X
Interesse/subjektives Wissen Molekularbiologie		X
Basic needs	X	X
Lernerfolg (offen)	X	X
Einstellungsänderung Naturwissenschaften		X
Aspekte der beruflichen Orientierung	X	X
Optionen zur Optimierung	X	X
Am besten/ am wenigsten gefallen (offen)	X	X
Wunsch nach Wiederholung	X	X

Kapitel 8

ERGEBNISSE

- 8.1 *Allgemeine deskriptive Ergebnisse*
- 8.2 *Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore*
- 8.3 *Situatives Erleben der Lernumgebung Schülerlabor*
- 8.4 *Betrachtung des Gesamtmodells*
- 8.5 *Molekularbiologie im Schülerlabor*
- 8.6 *Mittelfristige Wirkungen des Aufenthalts im Schülerlabor*
- 8.7 *Ergebnisse der offenen Fragen*

Die Darstellung der Ergebnisse dieser Studie orientiert sich an der Reihenfolge der Fragestellungen, wie sie in Kap. 6.3 formuliert wurden. Vorangestellt werden in Kap. 8.1 deskriptive Ergebnisse zur Gesamtwirkung der Schülerlabor-Aufenthalte auf die Lernenden sowie zu den verwendeten Skalen. Anschließend wird das Interesse der Schüler an den Bedingungen der Schülerlabore analysiert und auf die Bedeutung des situativen Erlebens eingegangen. Schließlich wird das Gesamtmodell betrachtet. In Kapitel 8.5 werden die Ergebnisse in Hinblick auf das Interesse der Lernenden an den inhaltlichen Aspekten des Themas Molekularbiologie in der Lernumgebung Schülerlabor dargestellt und in Beziehung gesetzt zu den unabhängigen Variablen und den Variablen des situativen Erlebens. Die mittelfristigen Wirkungen des Aufenthalts im Schülerlabor bilden den Schwerpunkt des Kapitels 8.6 und in Kapitel 8.7 werden schließlich als Ergänzung der vorangegangenen Analysen die Ergebnisse der offenen Fragen dargestellt.

8.1 ALLGEMEINE DESKRIPTIVE ERGEBNISSE

8.1.1 Akzeptanz der Veranstaltung im Schülerlabor

Zunächst werden Ergebnisse vorgestellt, die die grundsätzliche Akzeptanz der Lernenden hinsichtlich des Aufenthalts im Schülerlabor ausdrücken. Deutlich wird eine sehr positive Gesamtbewertung der Veranstaltungen durch die Befragten, unabhängig vom besuchten Schülerlabor (Abb.8.1, folgende Seite). 82,8 % der Schüler geben unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt an, noch einmal einen Tag lang in einem Schülerlabor experimentieren zu wollen. Dieser Wunsch nach einer Wiederholung eines solchen Besuchs sinkt bis zur Follow-up-Erhebung nur geringfügig, so dass auch nach 10-12 Wochen immer noch 76,8 % der Befragten den Wunsch nach einem weiteren Aufenthalt in einem Schülerlabor äußern.

Die Lernenden wurden darüber hinaus gebeten, die Veranstaltung insgesamt mit einer Schulnote zu bewerten (Abb.8.1). Auch hier wird in der Grafik eine überaus positive Be-

wertung der Schülerlabore durch die Lernenden sichtbar und fügt sich gemeinsam mit dem häufigen Wunsch nach einem weiteren Aufenthalt im Schülerlabor zu einem positiven Gesamteindruck der Schüler und damit einer hohen Akzeptanz für die in dieser Studie untersuchten außerschulischen Lernangebote.

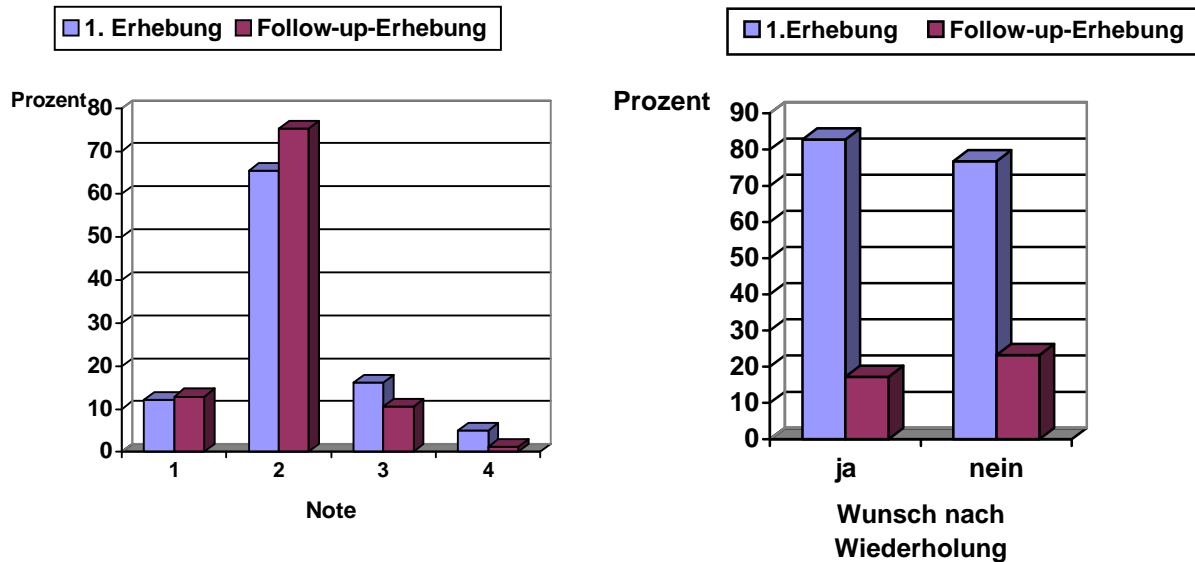


Abbildung 8.1: Akzeptanz der Veranstaltung im Schülerlabor, erhoben über den Wunsch nach einem weiteren Schülerlaborbesuch und die Bewertung der Veranstaltung mit einer Schulnote ($n=378$).

8.1.2 Vergleich der Stichproben der beiden Schülerlabore

Die Stichprobe der beiden untersuchten Schülerlabore setzt sich zusammen aus 378 Lernenden, die 24 Biologie-Leistungskursen sowie 4 Biologie-Grundkursen angehören. In Tabelle 8.1 werden für die Schüler beider Schülerlabore die Mittelwerte für das vorhandene individuelle Interesse sowie für das Selbstkonzept dargestellt. Hinsichtlich der Persönlichkeitsmerkmale unterscheiden sich die Stichproben beider Schülerlabore nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $p = ,945$ für das individuelle Interesse; $p = ,839$ für das Selbstkonzept der Lernenden). Für die weiteren Analysen können deshalb die Schüler der beiden außerschulischen Lernorte gemeinsam betrachtet werden.

Tabelle 8.1: Vergleich der Stichprobe beider Schülerlabore im Hinblick auf das individuelle Interesse sowie das Selbstkonzept der Lernenden (Skalenmittelwert M, Standardabweichung SD).

Skalenwert (1-4)	Lernort	
	Flensburg	Lübeck
Individuelles Interesse	M = 2,75 (SD = ,539)	M = 2,74 (SD = ,591)
Selbstkonzept	M = 3,31 (SD = ,628)	M = 3,26 (SD = ,741)

8.1.3 Deskriptive Statistik der erhobenen Variablen

In Tabelle 8.2 sind die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen der verwendeten Skalen für die beiden untersuchten Schülerlabore angegeben und signifikante Unterschiede bezüglich der Lernorte dargestellt. Für acht Skalen liegen die festgestellten Mittelwerte oberhalb eines hypothetischen Skalenmittelwertes von $M = 2,5$. Obwohl die Itemschwierigkeiten für die einzelnen Items bis auf wenige Ausnahmen in einem akzeptablen Bereich liegen (vgl. Anhänge 1.1; Anhang 1), müssen für einige Skalen (Kompetenzerleben, Instruktionsqualität) mögliche Deckeneffekte berücksichtigt werden.

Vier Skalen der unabhängigen Variablen weisen signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den beiden Schülerlaboren auf. In den folgenden Auswertungen werden diese unabhängigen Variablen als mögliche Prädiktoren der abhängigen Variablen überprüft sowie Korrelationen zwischen den Variablen dargestellt. Für die abhängigen Variablen zeigen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Laboren. Da die Zusammenhänge immer auf der Ebene der Lernenden analysiert werden und das besuchte Schülerlabor keine eigene unabhängige Variable darstellt, können die Stichproben beider Schülerlabore gemeinsam analysiert werden.

Auf die signifikanten Unterschiede zwischen den Schülerlaboren und deren mögliche Ursachen wird im Rahmen der Ergebnisdarstellung nicht eingegangen.

Tabelle 8.2: Mittelwerte M (Skala 1 und 4) und Standardabweichungen (SD) der Skalen sowie signifikante Differenzen der Skalenmittelwerte zwischen den beiden untersuchten Schülerlaboren. Skala 1 – 4.(Mann-Whitney-U-Test; $p < 0,001^{***}$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,05^*$)

	Skalenmittelwert (1-4)	Lernort		Sign. Differenzen p
		A	B	
Unabhängige Variablen	Integration Unterricht (Vorbereitung)	M = 3,39 (SD= ,488)	M = 3,17 (SD= ,475)	,000 ***
	Einblick Forschung	M = 2,90 (SD= ,580)	M = 2,83 (SD= ,580)	,391
	Instruktionsqualität	M = 3,27 (SD= ,599)	M = 3,69 (SD= ,402)	,000 ***
Situatives Erleben (basic needs)	Kompetenzerleben	M = 3,15 (SD= ,571)	M = 3,43 (SD= ,449)	,000 ***
	Autonomie	M = 2,42 (SD= ,854)	M = 2,61 (SD= ,754)	,201
	Soz. Eingebundenheit	M = 3,18 (SD= ,544)	M = 3,01 (SD= ,485)	,010 *
Abhängige Variablen: Interesse an	Kontexten	M = 2,87 (SD= ,558)	M = 2,86 (SD= ,614)	,967
	authentischer Lernumgebung	M = 2,96 (SD= ,641)	M = 2,68 (SD= ,448)	,152
	Experimenten	M = 3,14 (SD= ,596)	M = 3,25 (SD= ,498)	,301
	epistemisches Interesse an Experimenten	M = 2,55 (SD= ,721)	M = 2,63 (SD= ,817)	,360

8.2 INTERESSE AN DEN BEDINGUNGEN DER SCHÜLERLABORE

In diesem Abschnitt wird die übergeordnete Fragestellung untersucht, inwieweit die Interessantheit der Lernumgebung Schülerlabor ein aktualisiertes Interesse der Lernenden bewirkt und welche unabhängigen Variablen damit in einem Zusammenhang stehen.

Dazu wird zunächst (Kap. 8.2.1) auf das aktualisierte Interesse der Schüler an Experimenten, Kontextbezügen und der authentischen Lernumgebung als den abhängigen Variablen eingegangen. Dieses aktualisierte Interesse der Lernenden an den Bedingungen der Schülerlabore wird über die mittels einer explorativen Faktorenanalyse gewonnenen Skalen (vgl. Kap. 7.4.1.5) erhoben und die Ergebnisse sind in Tabelle 8.3 dargestellt.

Anschließend wird die Forschungsfrage untersucht, ob sich Zusammenhänge hinsichtlich des aktualisierten Interesses für die verschiedenen Bedingungen der Schülerlabore zeigen lassen. Dazu werden die Mittelwerte dargestellt und die Interkorrelationen dieser abhängigen Variablen betrachtet. Im folgenden Abschnitt (8.2.2) werden dann die Ergebnisse derjenigen Forschungsfragen dargestellt, die sich auf den Zusammenhang zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen beziehen.

8.2.1 Aktualisiertes Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore

Das aktualisierte Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore wird operationalisiert über die faktorenanalytisch ermittelten Skalen, die im Folgenden als **Interesse an Experimenten**, **Interesse an Kontexten** und **Interesse an einer authentischen Lernumgebung** bezeichnet werden. Alle drei Bedingungen bewirken bei den Schülern ein aktualisiertes Interesse (Tabelle 8.3). Die Medianwerte aller drei Skalen liegen deutlich über einem hypothetischen Mittelwert der Skalen von 2,5 (Skala von 1-4), und für das Interesse an den Experimenten kann ein Deckeneffekt festgestellt werden (vgl. Abb. 8.2, folgende Seite). Die dargestellten Medianwerte belegen ein großes Interesse der Lernenden an allen Bedingungen der Schülerlabore.

Tabelle 8.3 Aktualisiertes Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore (Median aus gruppierten Daten, Standardabweichung, min. und max. Skalenmittelwert) Skala 1 – 4. (n=318).

	Aktualisiertes Interesse an		
	Kontexten	authentischer Lernumgebung	Experimenten
Median	2,86	3,06	3,22
SD	,582	,543	,519
Min.	1,33	1,5	1,0
Max.	4,0	4,0	4,0

Für die Skala zum Interesse am Experimentieren ist in Abb. 8.2 die Häufigkeitsverteilung dargestellt.

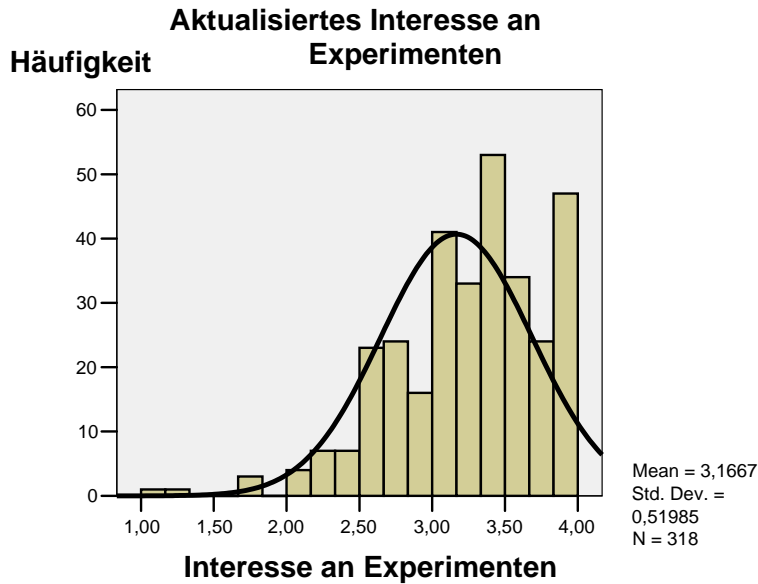


Abbildung 8.2: Häufigkeitsverteilung der Scores (Skala 1-4) für die Skala „Interesse an Experimenten“.

Nachdem ein hohes aktualisiertes Interesse der Lernenden an den Experimenten, den vermittelten Kontexten sowie an der authentischen Lernumgebung festgestellt werden kann, ist nun die weiterführende Forschungsfrage zu klären, inwieweit Zusammenhänge zwischen diesen Interessenskalen bestehen. Dazu wurden Korrelationsanalysen durchgeführt, deren Ergebnis in Tabelle 8.4 dargestellt ist.

Die drei Skalen, über die das aktualisierte Interesse der Schüler an den vermittelten Kontexten, der authentischen Lernumgebung sowie den Experimenten erhoben wird, korrelieren in einem mittleren Bereich hochsignifikant miteinander.

Tabelle 8.4: Korrelationen (Spearmans Rho r_s) der drei Skalen zum aktualisierten Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore.

	Aktualisiertes Interesse an		
Korrelationskoeffizient r_s (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Kontexten	authentischer Lernumgebung	Experimenten
Interesse an Kontexten	-	,499 ,000	,597 ,000
Interesse an authentischer Lernumgebung	-	-	,587 ,000

Da, basierend auf der Interessentheorie, ein Zusammenhang dieses aktualisierten Interesses mit dem bereits vorhandenen individuellen Interesse der Lernenden angenommen werden muss, wurde auch eine Partialkorrelation berechnet, in der das individuelle Interesse der Schüler kontrolliert wird (Tab. 8.5). Dabei zeigten sich jedoch ähnlich hohe und ebenfalls hochsignifikante Korrelationswerte. Die in Tabelle 8.4 dargestellten Zusammenhänge zwischen den drei Skalen des Interesses erweisen sich damit als weitgehend unabhängig vom individuellen Interesse der Lernenden.

Tabelle 8.5: Partielle Korrelationen (kontrolliert für das individuelle Interesse) (Spearmans Rho r_s) der drei Skalen zum aktualisierten Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore.

Partielle Korrelation, kontrolliert für individuelles Interesse	Aktualisiertes Interesse an		
Korrelationskoeffizient r_s (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Kontext	authentischer Lernumgebung	Experimenten
Interesse an Kontext	-	,457 ,000	,466 ,000
Interesse an authentischer Lernumgebung	-	-	,582 ,000

8.2.2 Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen

Im folgenden Abschnitt wird auf die Zusammenhänge zwischen den unabhängigen Variablen und dem gezeigten aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und einer authentischen Lernumgebung eingegangen (Abb. 8.3). Die „basic needs“ werden in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

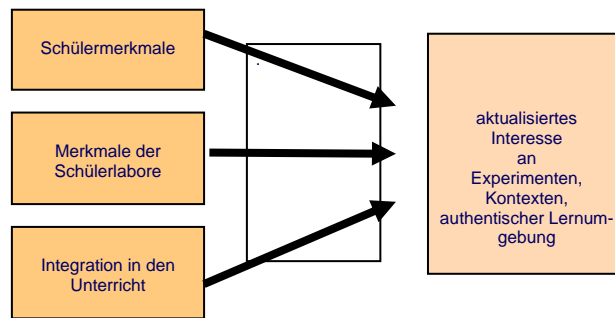


Abbildung 8.3: Darstellung der in Kap. 8.2.2 dargestellten Zusammenhänge zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen ohne Berücksichtigung der „basic needs“ (vgl. Evaluationsdesign in Kapitel 7, Abb. 7.1).

Damit werden in diesem Abschnitt diejenigen Forschungsfragen bearbeitet, in denen, dem Interessenkonstrukt folgend, eine Wechselwirkung zwischen Person und Lernumgebung angenommen wird, aus der das aktualisierte Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore als abhängige Variable resultiert.

8.2.2.1 Merkmale der Schülerlabore

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den erhobenen Merkmalen der Schülerlabore und dem aktualisierten Interesse an den drei Bedingungen der Schülerlabore dient zunächst der Klärung der Frage, ob überhaupt ein entsprechender Zusammenhang besteht und daran anschließend, ob dieser in gleicher Weise für die drei Skalen des aktualisierten Interesses auftritt.

Die beiden Skalen, die die wahrgenommenen Merkmale der Schülerlabore als **Qualität der Instruktion** sowie als gewährten **Einblick in authentische Forschung** operationalisieren, korrelieren signifikant, jedoch nicht hoch, mit allen drei Skalen des aktualisierten Interesses (Tab. 8.6). Erwartungsgemäß zeigen sich die stärksten Zusammenhänge mit der Instruktionsqualität, d. h. der Betreuung durch die Wissenschaftler, für das aktualisierte Interesse am Experimentieren. Über die Skala Instruktionsqualität wird die Kommunikation mit den Wissenschaftlern während des Experimentierens abgebildet, deren Qualität für die Lernenden in einem signifikanten Zusammenhang mit ihrem Interesse an den Experimenten steht. Ein von den Schülern wahrgenommener Einblick in aktuelle Forschung korreliert dagegen am höchsten mit dem aktualisierten Interesse an Kontexten sowie dem aktualisierten Interesse an einer authentischen Lernumgebung. Da über die Instruktionsqualität auch die generelle Kommunikation mit den betreuenden Wissenschaftlern abgebildet wird, weist die relativ hohe (im Vergleich zum Interesse an Kontexten) Korrelation dieser Skala mit dem aktualisierten Interesse an einer authentischen Lernumgebung auf die Bedeutung der Kommunikation zwischen Wissenschaftler und Schülern im Hinblick auf den Faktor „Interesse an authentischer Lernumgebung“ hin.

Tabelle 8.6: Korrelation (Spearman's Rho r_s) zwischen den wahrgenommenen Merkmalen der Schülerlabore und dem aktualisierten Interesse der Lernenden an Kontexten, Experimenten und authentischer Lernumgebung.

Aktualisiertes Interesse an	Korrelationskoeffizient r (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Instruktions- qualität	Einblick For- schung
	Experimenten	,378 ,000	,244 ,019
	Kontexten	,236 ,001	,343 ,000
	authentischer Lernumgebung	,319 ,013	,338 ,000

8.2.2.2 Schülermerkmale

In der Interessenforschung sind die Zusammenhänge des aktualisierten Interesses mit den Merkmalen der Persönlichkeit beschrieben worden (vgl. Kap. 5.3). In den nachfolgenden Abschnitten werden nun die Ergebnisse derjenigen Analysen dargestellt, in denen die entsprechenden Zusammenhänge des individuellen Interesses, des Selbstkonzepts, der Schulleistung sowie des Geschlechts mit dem aktualisierten Interesse der Lernenden an den Experimenten, den Kontexten und der authentischen Lernumgebung untersucht wurden.

Individuelles Interesse

Das Interessenkonstrukt beschreibt ein Zusammenwirken des individuellen Interesses mit der Interessantheit der Lernumgebung. In der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung entsteht so das situationale, bzw. im Zusammenwirken mit dem bereits vorhandenen individuellen Interesse, das aktualisierte Interesse. Ziel der Schülerlabore ist es, auch unabhängig von einem bereits vorhandenen Interesse eine Interessenförderung zu bewirken. Demzufolge kommt der Analyse der Zusammenhänge zwischen individuellem Interesse und aktualisiertem Interesse eine besondere Bedeutung zu.

Tabelle 8.7 zeigt die Korrelationen zwischen dem individuellen Interesse der Schüler und dem Interesse an den drei Bedingungen der Schülerlabore. Für alle drei Skalen der abhängigen Variablen zeigen sich signifikante Zusammenhänge zum individuellen Interesse der Lernenden. Die Korrelationen sind mit Werten zwischen 0,303 und 0,444 noch als gering einzustufen.

Tabelle 8.7 Korrelationen (Spearman's Rho r_s) zwischen individuellem Interesse und dem aktualisierten Interesse an Experimenten Kontexten und authentischer Lernumgebung (Signifikanz 2-seitig).

Korrelationskoeffizient r_s (Spearman's Rho r_s)/ Signifikanz 2-seitig	Aktualisiertes Interesse an		
	Kontexten	authentischer Lernumgebung	Experimenten
Individuelles Interesse	,376 ,000	,303 ,001	,444 ,000

Die höchsten Korrelationen bestehen zwischen dem individuellen Interesse der Schüler und dem aktualisierten Interesse an den Experimenten, während ein aktualisiertes Interesse an der authentischen Lernumgebung mit einem Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rho) von $r_s = 0,303$ den geringsten Zusammenhang mit einem bereits bestehenden individuellen Interesse an den Naturwissenschaften aufweist. Weiteren Aufschluss über den Zusammenhang zwischen individuellem Interesse und dem im Schülerlabor entwickelten Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung gibt eine vergleichende Betrachtung für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse vs. einem niedrigen individuellen Interesse (Mediansplit) in Abbildung 8.4 auf der folgenden Seite.

Dabei zeigen Lernende mit einem bereits hohen individuellen Interesse auch im Schülerlabor ein hohes Interesse an den ihnen gebotenen Möglichkeiten, insbesondere an der authentischen Lernumgebung sowie an den Experimenten. Mit einem Medianwert von jeweils 3,5 bei einer Skala von 1-4 wird der große Zusammenhang deutlich. Auf das zunächst überraschende Ergebnis des großen Interessesunterschieds an der authentischen Lernumgebung zwischen beiden Teilstichproben bei einer gleichzeitig geringen Korrelation dieser Skala mit dem individuellen Interesse (Tab. 8.7) wird weiter unten eingegangen.

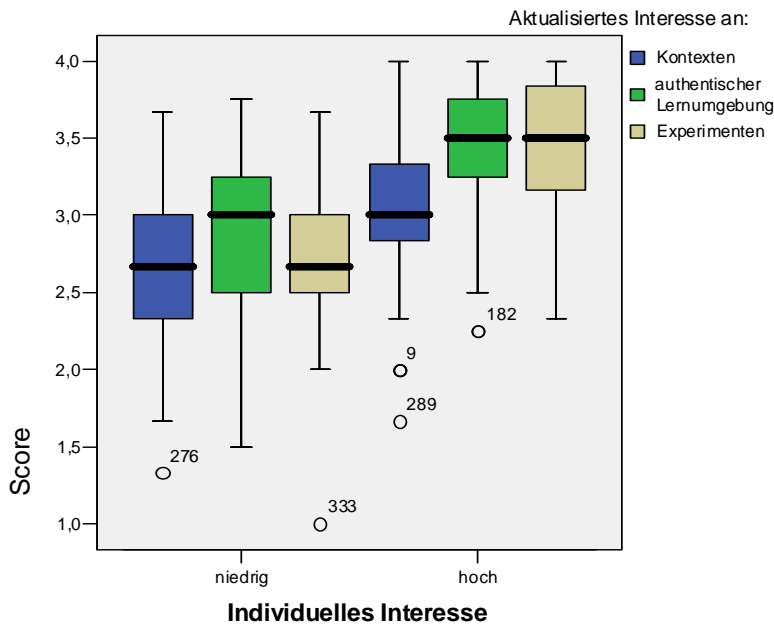


Abbildung 8.4: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten, dargestellt für Lernende mit niedrigem vs. hohem ind. Interesse (Mediansplit). (Box = 25-75 Perzentil, schwarzer Balken = Median)

In Tabelle 8.8 sind die Mittelwerte für beide Teilgruppen dargestellt. Ein Mann-Whitney-U-Test bestätigt die Gruppenunterschiede für alle drei Skalen auf höchstsignifikantem Niveau ($p < ,001$).

Tabelle 8.8: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten von Lernenden mit hohem vs. niedrigem individuellen Interesse (Mittelwerte und SD); Skala 1 – 4. n=318

	Individuelles Interesse	Mittelwert	Standardabweichung
Aktualisiertes Interesse an Kontexten	niedrig	2,693	,523
	hoch	3,062	,604
Aktualisiertes Interesse an authentischer Lernumgebung	niedrig	2,916	,527
	hoch	3,250	,510
Aktualisiertes Interesse an Experimenten	niedrig	3,000	,501
	hoch	3,394	,456

Die hochsignifikanten Korrelationen zwischen individuellem Interesse und den drei Skalen zum aktualisierten Interesse, die für die Betrachtung der Gesamtstichprobe gelten, gehen bei der Analyse für die Gruppe der Lernenden mit einem niedrigen vs. einem hohen Interesse teilweise verloren wie Tabelle 8.9 zeigt.

Tabelle 8.9: Korrelationen des individuellen Interesses mit dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und authentischer Lernumgebung für die Gesamtstichprobe sowie Lernende mit hohem vs. niedrigem individuellem Interesse (Mediansplit).

	Korrelationskoeffizient r_s (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Gesamte Stichprobe	Individuelles Interesse	
			niedrig (n=184)	hoch (n=184)
Aktualisiertes Interesse an	Experimenten	,444 ,000	,175 ,018	,323 ,000
	Kontexten	,376 ,000	,244 ,006	,221 ,057
	authentischer Lernumgebung	,303 ,001	,057 ,622	,388 ,016

Die Korrelationen sind besonders für Schüler mit niedrigem individuellem Interesse nur noch gering und das Interesse an der authentischen Lernumgebung korreliert in dieser Gruppe nicht signifikant mit dem individuellen Interesse. Da jedoch gerade das Interesse an der authentischen Lernumgebung in der Gruppe der gering interessierten Schüler die höchsten Medianwerte der drei Skalen erreicht (Abb. 8.4) und einen ähnlich hohen Mittelwert wie das Interesse am Experimentieren aufweist, kann vermutet werden, dass in dieser Teilstichprobe lediglich kein *linearer* Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen besteht. In der Gruppe der wenig interessierten Schüler ist deshalb festzustellen, dass die Skalen zum aktualisierten Interesse an den Kontexten und den Experimenten nur noch schwache und die Skala für das Interesse an einer authentischen Lernumgebung kaum noch einen Zusammenhang mit dem (niedrigen) individuellen Interesse aufweisen. Bei der alleinigen Betrachtung der Schüler mit einem hohen individuellen Interesse korreliert das Interesse an der authentischen Lernumgebung am höchsten mit dem vorhandenen individuellen Interesse, gefolgt von dem aktualisierten Interesse an den Experimenten.

Für den Zusammenhang zwischen individuellem Interesse und der Interessantheit der Lernumgebung war eine Forschungsfrage formuliert worden. Diese wurde aus der Interessentheorie abgeleitet und bezieht sich auf das Zusammenwirken von individuellem Interesse und der Interessantheit der Lernumgebung. Untersucht wurde, ob bei einem bereits hohen individuellen Interesse die wahrgenommenen Merkmale der Lernumgebung eine geringere Rolle im Hinblick auf die Entwicklung eines aktualisierten Interesses spielen als bei einem lediglich niedrigen individuellen Interesse. Analysiert wurde dieser Zusammenhang, indem zunächst Regressionsanalysen für das aktualisierte Interesse an Experimenten, Kontexten und authentischer Lernumgebung dargestellt werden und im Anschluss daran diese Regressionsanalysen jeweils für die Teilstichprobe der Schüler mit einem hohen bzw. einem niedrigen individuellen Interesse erläutert werden.

In Tabelle 8.10 ist dasjenige Modell der Regressionsanalyse für das aktualisierte Interesse an Experimenten als der abhängigen Variablen dargestellt, das den größten Anteil der gemeinsamen Varianz erklärt. Als mögliche Prädiktoren wurden das individuelle Interesse der Schüler sowie die beiden Skalen zu den Merkmalen der Lernumgebung, Instruktionsqualität und Einblick in Forschung, berücksichtigt.

Tabelle 8.10: Regressionsanalyse für das aktualisierte Interesse an Experimenten als abhängiger Variable.

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
(Konstante)	,830	,245		3,388**
Individuelles Interesse	,315	,056	,350	5,630***
Instruktionsqualität	,271	,064	,287	4,265***
Einblick in Forschung	,185	,063	,199	2,939**
$R^2_{\text{kor.}} = ,340; F(3,179) = 31,699 p < 0,001$				

Das individuelle Interesse der Lernenden ist der beste Prädiktor für das aktualisierte Interesse an den durchgeführten Experimenten. Insgesamt erklärt das in Tab. 8.10 dargestellte Modell mit drei Einflussvariablen 34 % der Varianz. Dabei entfallen alleine auf das individuelle Interesse 18,6 % gemeinsamer Varianz und damit ein entsprechender Erklärungsbeitrag. Wie zu erwarten, hat auch der Faktor Instruktionsqualität eine hohe Prädiktorqualität.

Für das aktualisierte Interesse an Kontexten ist der Einfluss des individuellen Interesses von gleich großer Bedeutung wie der Faktor Instruktionsqualität (Tab. 8.11, folgende Seite). Das individuelle Interesse alleine erklärt 13,8 % der Varianz des aktualisierten Interesses an Kontexten. Entgegen der Erwartung ist der Faktor „Einblick in Forschung“ ein lediglich auf dem 5%-Niveau signifikanter Prädiktor. Das Interesse an Kontexten resultiert vermutlich überwiegend aus der Kommunikation mit den Wissenschaftlern und den Erläuterungen zu Anwendungsbezügen während des Experimentierens und steht damit in einem engen Zusammenhang mit dem Faktor Instruktionsqualität und weniger mit den gewährten Einblicken in aktuelle Forschung. Insgesamt erklärt das Regressionsmodell mit den drei Prädiktoren 26,8 % der Varianz.

Größere Bedeutung erhält der Faktor Einblick in Forschung jedoch im Hinblick auf das aktualisierte Interesse an der authentischen Lernumgebung (Tab.8.12, folgende Seite). Als stärkster Prädiktor für diese abhängige Variable macht er damit gleichzeitig noch einmal auf inhaltliche Unterschiede zwischen diesen beiden abhängigen Variablen (Kontexte bzw. authentische Lernumgebung) aufmerksam. Das individuelle Interesse ist mit einem deutlichen Abstand im β -Wert zweitstärkster Prädiktor für diese abhängige Variable. Insgesamt erklärt das individuelle Interesse lediglich etwas mehr als 9% der Varianz dieser abhängigen Variablen.

Tabelle 8.11: Regressionsanalyse für das aktualisierte Interesse an Kontexten als abhängiger Variable.

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
(Konstante)	,567	,289		1,963 (p=,051)
Individuelles Interesse	,301	,066	,298	4,561***
Instruktionsqualität	,164	,075	,288	4,044***
Einblick in Forschung	,300	,074	,155	2,189*
$R^2_{\text{korr.}} = ,268$; $F(3,179) = 22,885$ $p < 0,001$				

Sie ist damit von allen drei abhängigen Variablen zum aktualisierten Interesse diejenige, deren Werte am wenigsten vom bereits vorhandenen individuellen Interesse der Lernenden vorhergesagt werden. Das gesamte Modell mit drei Prädiktoren klärt 22,3 % der Varianz auf.

Tabelle 8.12: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse an der authentischen Lernumgebung als abhängiger Variable.

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
(Konstante)	1,015	,349		2,906**
Individuelles Interesse	,220	,080	,234	2,759**
Instruktionsqualität	,184	,091	,186	2,027*
Einblick in Forschung	,265	,090	,272	2,949**
$R^2_{\text{korr.}} = ,223$; $F(3,179) = 11,841$ $p < 0,001$				

Zusammenfassend kann das individuelle Interesse der Schüler als wichtiger und für das Interesse an den Experimenten als bedeutendster Prädiktor festgestellt werden. Im Folgenden wird nun auf die Unterschiede für Lernende mit einem bereits hohen individuellen Interesse vs. Lernende mit einem niedrigen individuellen Interesse eingegangen und die **Hypothese 1** geprüft, wonach für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse die Merkmale der Lernumgebung eine geringere Rolle bezüglich des aktualisierten Interesses spielen als für Lernende mit einem geringen individuellen Interesse (vgl. Kap. 6.3.1.2; S. 85).

Tabelle 8.13: Regressionsanalyse (stepwise) mit dem aktualisierten Interesse an Experimenten als abhängiger Variable von Lernenden mit niedrigem vs. Lernende mit hohem individuellem Interesse (Mediansplit).

Individuelles Interesse		
	hoch (n=184)	Niedrig (n=184)
Prädiktoren		
Individuelles Interesse	,245 p=,040	,183 p=,025
Instruktionsqualität		,394 p=,000
Einblick in Forschung	,291 p=,000	,202 p=021
	R ² =,142 F=6,37**	R ² =,282 F=15,64***

Die Betrachtung der Modelle in Tabelle 8.13 zeigt, dass für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse die berücksichtigten Einflussvariablen lediglich 14 % der Varianz aufklären, während für Lernende mit niedrigem individuellem Interesse mehr als 28 % und damit doppelt so viel Varianz aufgeklärt wird. Für beide Teilstichproben ist das vorhandene individuelle Interesse ein signifikanter Prädiktor ihres Interesses an den Experimenten. Bedeutsam ist vor allen Dingen jedoch die Rolle der Instruktionsqualität als einflussreichem Prädiktor für die Lernenden mit einem niedrigen Interesse. Für sie ist offensichtlich eine gute Kommunikation mit den Wissenschaftlern über die Experimente und eine ausreichende Unterstützung während des Experimentierens von besonderer Bedeutung.

Das Interesse an Kontexten (Tabelle 8.14, folgende Seite) ist für Lernende mit einem bereits hohen Interesse signifikant nur von dem Faktor „Einblick in Forschung“ beeinflusst. Dieser Prädiktor alleine führt zu einem Wert für $R^2_{\text{kor.}}$ von ,136, Für Lernende mit niedrigem Interesse ist ihr vorhandenes individuelles Interesse mit einem β -Wert von ,230 im Regressionsmodell berücksichtigt, das insgesamt 18,3% der Varianz aufklärt. Der Faktor Instruktionsqualität wird in der schrittweisen Regressionsanalyse, anders als im Modell für die gesamte Stichprobe, als Prädiktor nicht mehr signifikant.

Tabelle 8.14: Regressionsanalyse (stepwise) mit dem aktualisierten Interesse an Kontexten als abhängiger Variable von Lernenden mit niedrigem vs. Lernende mit hohem individuellem Interesse (50%-Perzentil, n = 368).

Individuelles Interesse		
	hoch	niedrig
Prädiktoren		
Individuelles Interesse		,230 p=,008
Instruktionsqualität		
Einblick in Forschung	,386 p=,001	,370 p=,000
	R ² _{korr.} =,136 F=11,36**	R ² _{korr.} =,183 F=13,57***

Die Analyse der Merkmale der Lernumgebung Schülerlabor im Hinblick auf das aktualisierte Interesse der Lernenden an der authentischen Lernumgebung (Tabelle 8.15) ergibt lediglich für die Teilstichprobe der Schüler mit hohem individuellem Interesse gute Modellparameter mit einer aufgeklärten Varianz von mehr als 28 %. Dafür zeichnen die beiden Faktoren „individuelles Interesse“ sowie „Instruktionsqualität“, der die Kommunikation mit den Wissenschaftlern mit umfasst, verantwortlich. Für die Schüler mit einem niedrigen Interesse an den Naturwissenschaften sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse mit den für diese Fragestellung berücksichtigten Prädiktoren nicht befriedigend. Lediglich 9 % der gesamten Varianz werden überhaupt aufgeklärt. Einziger signifikanter Faktor für das aktualisierte Interesse an der authentischen Lernumgebung ist der Einblick in Forschung mit einem β -Wert von ,334. Der geringe Anteil an aufgeklärter Varianz ist Hinweis darauf, dass gerade für diese Teilstichprobe andere als die in dieses Modell (zur Untersuchung einer konkreten Forschungsfrage) eingegangenen Prädiktoren für das Interesse an der authentischen Lernumgebung verantwortlich sind.

Tabelle 8.15: Regressionsanalyse (stepwise) mit dem aktualisierten Interesse an der authentischen Lernumgebung als abhängiger Variable von Lernenden mit niedrigem vs. Lernenden mit hohem individuellem Interesse (50%-Perzentil, n = 368).

Individuelles Interesse		
	hoch	niedrig
Prädiktor		
Individuelles Interesse	,353 p=,019	
Instruktionsqualität	,345 p=,042	
Einblick in Forschung	,185 ns.	,334 p=,003
	R ² _{korr.} =,282 F=8,25**	R ² _{korr.} =,099 F=9,26***

Die Ergebnisse zu der untersuchten Forschungsfrage, inwieweit individuelles Interesse bzw. die Merkmale der Lernumgebung als Prädiktoren für das aktualisierte Interesse wirken, müssen differenziert betrachtet werden. Für Lernende mit hohem vorhandenem Interesse spielen die Anreizqualitäten der Lernumgebung keine geringere Rolle im Hinblick auf das aktualisierte Interesse als für Lernende mit einem niedrigen individuellen Interesse. Stattdessen zeigen die durchgeführten Regressionsanalysen für die beiden Teilstichproben, dass für die drei abhängigen Variablen jeweils unterschiedliche Prädiktoren signifikanten Einfluss haben. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es für das aktualisierte Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung ein jeweils charakteristisches, spezifisches Zusammenwirken des individuellen Interesses mit den Merkmalen der Lernumgebung Schülerlabor gibt. Das bereits vorhandene individuelle Interesse ist lediglich im Hinblick auf das Interesse an den Experimenten für beide Teilgruppen signifikante Einflussvariable. Die Hypothese kann damit nicht bestätigt werden.

Während bei der Gesamtbetrachtung der abhängigen Variablen in den jeweiligen Modellen zwischen 22% und 34% der Varianz durch Einbezug der unabhängigen Variablen in die Regressionsanalyse aufgeklärt werden können (Tabellen 8.10-8.12), werden bei einem Vergleich der beiden Teilstichproben von Schülern mit hohem bzw. niedrigem individuellem Interesse bedeutende Unterschiede in der Varianzaufklärung sichtbar. Für das Interesse an Experimenten sowie Kontexten ist die Aufklärung der Varianz für Lernende mit geringem Interesse an den Naturwissenschaften mit den berücksichtigten Einflussvariablen deutlich größer und mit 28% für das Interesse an den Experimenten doppelt so hoch wie für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse. Umgekehrt sind die Ergebnisse jedoch für das Interesse an der authentischen Lernumgebung. Hier klären die in das Modell eingegangenen Variablen für die Lernenden mit einem niedrigen individuellen Interesse an den Naturwissenschaften lediglich 9% der Varianz und damit deutlich weniger als das Regressionsmodell für die Lernenden mit hohem Interesse. Insgesamt liefern alle hier beschriebenen Modelle, die lediglich die wahrgenommenen Merkmale des Schülerlabors sowie das individuelle Interesse der Lernenden berücksichtigen, nur eine eingeschränkte Aufklärung der Varianz des aktualisierten Interesses. In Kapitel 8.4 sind diejenigen Regressionsanalysen beschrieben, die die Gesamtheit der unabhängigen Variablen berücksichtigen.

Selbstkonzept

Das Selbstkonzept weist, wie in Abschnitt 5.2.5 beschreiben, eine enge Verbindung zum Interesse auf. Es kann insbesondere für die Interessantheit und das situationale bzw. aktualisierte Interesse ein Bezug zum Selbstkonzept angenommen werden (vgl. Kap. 5.2.5). Der Zusammenhang zwischen dem Selbstkonzept der Schüler hinsichtlich der Naturwissenschaften und dem aktualisierten Interesse im Schülerlabor wird im folgenden Abschnitt untersucht.

Das Selbstkonzept der befragten Schüler hinsichtlich der Naturwissenschaften (Abb. 8.5) erreicht sehr hohe Werte (Mittelwert: 3,23; Median 3,33 (vierstufige Skala von 1-4)). Dies

ist in Zusammenhang damit zu sehen, dass sich die Stichprobe zum größten Teil aus Leistungskurs-Schülern zusammensetzt, deren Kurswahlverhalten natürlich auch von ihrem entsprechend positiven Selbstkonzept hinsichtlich der Naturwissenschaften beeinflusst wurde. Lediglich bei 19,7 % der Lernenden liegen die Skalenmittelwerte niedriger als der Wert 3. Die Skala weist damit deutliche Deckeneffekte auf, was bei den weiteren Analysen entsprechend berücksichtigt werden muss.

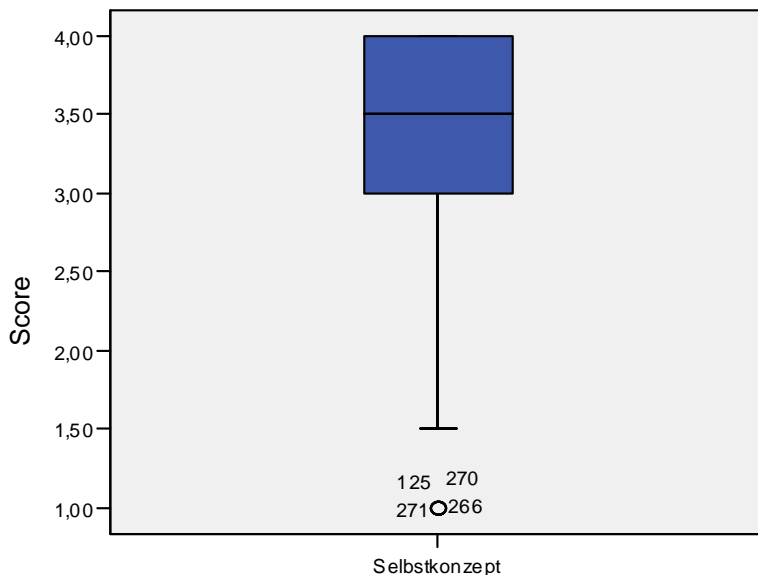


Abbildung 8.5: Boxplot-Darstellung für die Skala zum Selbstkonzept (Box = 25-75% Quartile, schwarzer Querbalken = Median).

Männliche Lernende haben ein etwas höheres Selbstkonzept für den Bereich der Naturwissenschaften als die befragten Mädchen (Median 3,42 gegenüber 3,29) und lediglich 17% der Befragten (bei den Mädchen 21%) weisen Skalenmittelwerte <3 auf. Diese Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind jedoch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test; $p = ,211$).

Eine Prüfung des aktualisierten Interesses der Lernenden an den Experimenten, Kontexten und an der authentischen Lernumgebung im Hinblick auf ein hohes vs. niedriges Selbstkonzept der Lernenden (oberes vs. unteres Drittel der Stichprobe) zeigt signifikante Unterschiede nur für das Interesse an den Experimenten (Tab. 8.16; Abb. 8.6). Es kann daher angenommen werden, dass Unterschiede im Selbstkonzept der Lernenden vor allem in handlungsorientierten Bereichen wie dem selbständigen Experimentieren Bedeutung erlangen.

Tabelle 8.16: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten, dargestellt für Lernende mit niedrigem vs. hohem Selbstkonzept (unteres vs. oberes Drittel der Stichprobe). Mittelwert M; Skala 1 – 4. Signifikanz geprüft mit dem Mann-Whitney-U-Test.

Selbstkonzept	Interesse an Kontext		Interesse an authentischer Lernumgebung		Interesse an Experimenten	
	M	SD	M	SD	M	SD
Niedrig (n=112)	2,80	,530	3,00	,487	3,10	,482
Hoch (n=112)	2,84	,641	3,11	,596	3,25	,559
Signifikanz (2-seitig)	p = ,543		p = ,352		p = ,004	

Die Darstellung der boxplots verdeutlicht die Unterschiede im aktualisierten Interesse für Lernende mit einem unterschiedlichen Selbstkonzept.

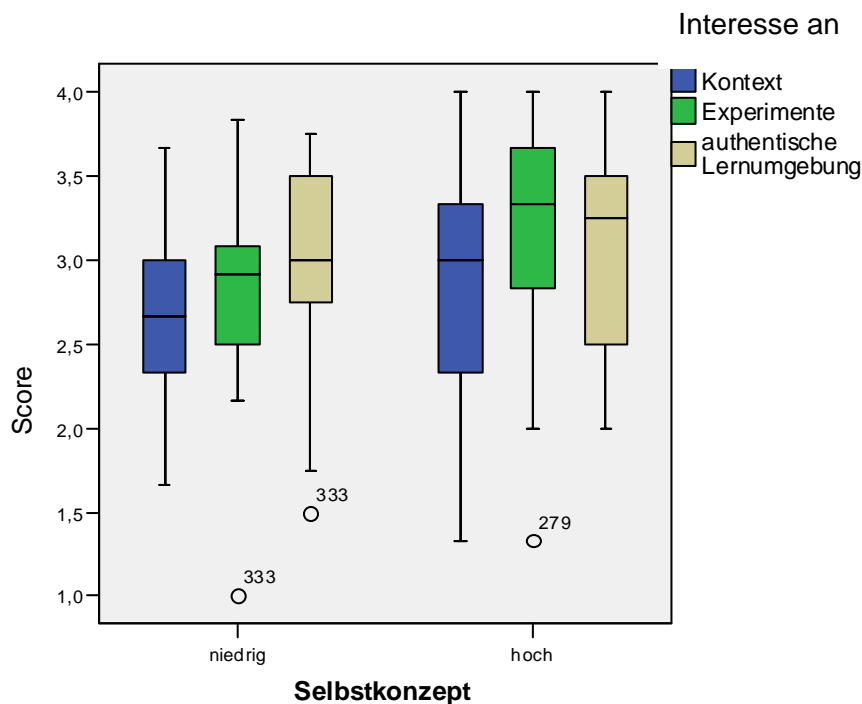


Abbildung 8.6 Aktualisiertes Interesse an Kontexten, Experimenten und authentischer Lernumgebung bei niedrigem vs. hohem Selbstkonzept. Bei den in der Grafik dargestellten Medianen handelt es sich nicht um die gruppierten Mediane.

8.2.2.3 Schulleistung

Die Schulleistung der Schüler wurde erhoben über die letzte Zeugnisnote im Fach Biologie. Damit war die Möglichkeit gegeben, mögliche Zusammenhänge der Schulleistung mit dem individuellen Interesse, den Bedingungen der Schülerlabore sowie dem Kompetenzerleben zu analysieren.

Tabelle 8.17: Schulleistung der Schüler-Stichprobe, erhoben über die letzte Zeugnisnote im Fach Biologie.

Schulnote	Prozent
Sehr gut	11,0
Gut	45,8
Befriedigend	34,2
Ausreichend	8,4
Mangelhaft	0,6

Erwartungsgemäß zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Schulnote im Fach Biologie sowie dem individuellen Interesse an den Naturwissenschaften (Tab. 8.18) (Chi-Quadrat-Test : 14,601;df 4; p = ,008).

Tabelle 8.18: Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Schulnote in Biologie und dem individuellen Interesse an Naturwissenschaften (n=321).

Schulnote %	sehr gut	gut	befriedi- gend	ausrei- chend
Individuelles Interesse				
niedrig	6%	34%	48%	12%
mittel	8%	52%	31%	6%
hoch	21%	50%	21%	7%

Die Zusammenhänge zwischen Schulleistung und dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten sowie authentischer Lernumgebung sind in Tabelle 8.19 dargestellt. Ein Kruskal-Wallis-Test belegt, dass die festgestellten Mittelwertsunterschiede für Lernende mit unterschiedlichen Schulleistungen sämtlich nicht signifikant werden (Experimente p = ,668; Kontexte p = ,464; authentische Lernumgebung p = ,211).

Tabelle 8.19: Zusammenhang zwischen der Schulnote in Biologie und dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontext und authentischer Lernumgebung (dargestellt sind die Mittelwerte der Skalen) Skala 1 – 4. (n=321).

Schulnote	sehr gut		gut		befriedigend		ausreichend	
Aktualisiertes Interesse an	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)
Experimente	3,18	(,35)	3,12	(,58)	3,08	(,57)	2,97	(,48)
Kontexte	2,71	(,55)	2,73	(,68)	2,78	(,60)	2,37	(,60)
authent. Lernumgebung	2,90	(,48)	3,12	(,51)	2,76	(,67)	2,68	(,54)

Die Ergebnisse in Hinblick auf die unabhängige Variable „Schulleistung“ lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Es zeigen sich die erwarteten Zusammenhänge zwischen der Schulnote und dem individuellen Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften. Weder mit dem Kompetenzerleben als einer Variable des situativen Erlebens des Schülerlabor-Aufenthalts noch mit den abhängigen Variablen zum aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und authentischer Lernumgebung können jedoch signifikante Zusammenhänge dargestellt werden. Damit erweist sich das in der Lernumgebung Schülerlabor auftretende aktualisierte Interesse der Schüler als nicht in signifikantem Maß abhängig von der Schulleistung der Lernenden.

8.2.2.4 Gender-Effekte

Für den Zusammenhang zwischen Geschlecht und dem aktualisierten Interesse an Kontexten, einer authentischen Lernumgebung bzw. den durchgeführten Experimenten war keine Hypothese formuliert worden, weil zum einen davon auszugehen war, dass die für Lernende in der Mittelstufe vielfach beschriebenen Interessenunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in den in dieser Studie untersuchten Leistungskursen der Oberstufe so nicht auftreten. Zum anderen ergeben die Ergebnisse empirischer Arbeiten zum Interesse an Experimenten bzw. Kontexten im Hinblick auf Geschlechtsunterschiede kein einheitliches Bild (vgl. Kap. 5.3.3). Die Frage, ob sich Geschlechtsunterschiede für die drei analysierten abhängigen Variablen feststellen lassen, kann daher nur explorativ untersucht werden. Der Zusammenhang des aktualisierten Interesses mit dem Geschlecht erweist sich in der Analyse als ausgesprochen gering (Tab. 8.20), und die Un-

terschiede zwischen den Skalenmittelwerten beider Geschlechter sind für alle drei Skalen nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test).

Tabelle 8.20: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten, dargestellt für männliche und weibliche Schüler. Mittelwerte und Standardabweichung. Skala 1 – 4. Signifikanz getestet mit Mann-Whitney-U-Test. (n=378)

Geschlecht	Interesse an Kontext		Interesse an authentischer Lernumgebung		Interesse an Experimenten	
	M	SD	M	SD	M	SD
weiblich	2,87	,577	3,02	,535	3,19	,506
männlich	2,75	,587	3,02	,559	3,09	,545
Signifikanz (2-seitig)	p = ,220		p = ,953		p = ,188	

8.2.3 Zusammenhang mit der Integration in den Unterricht

Die Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den regulären Unterricht wird als unabhängige Variable auf zweierlei Weise untersucht: in der Ersterhebung als Vorbereitung im Unterricht, in der Follow-up-Erhebung als Nachbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor. Für die meisten Fragestellungen beschränkt sich dabei die Integration des Schülerlabor-Aufenthalts in den Unterricht auf den Faktor Vorbereitung des Besuchs im Unterricht. Die Nachbereitung des Besuchs wird nur in wenigen Fragestellungen untersucht. Im Hinblick auf die Interessensskalen wurden keine Hypothesen formuliert. Explorativ wird zunächst der Frage nachgegangen, ob die Vorbereitung im Unterricht und das demzufolge vorhandene Vorwissen der Schüler mit dem aktualisierten Interesse zusammenhängt. Weiter wird analysiert, ob die Integration in den Unterricht in unterschiedlicher Weise mit den drei Skalen des aktualisierten Interesses korreliert.

Die Skala zur Vorbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im Schulunterricht zeigt die höchste Korrelation (Spearman's Rho r_s) mit dem aktualisierten Interesse an den Experimenten ($r_s = ,323$; $p = ,000$). Signifikante Korrelationen ergeben sich auch zum Interesse an Kontexten ($r_s = ,242$; $p = ,001$) sowie dem Interesse an authentischen Lernumgebungen ($r_s = ,282$; $p = ,002$).

Zur weiteren Aufklärung des Zusammenhangs wurde für die Skala Unterrichtsbezug ein Mediansplit vorgenommen und für beide Teilstichproben werden in Abb. 8.7 die Mittelwerte der Interessensskalen als Boxplots dargestellt.

Die Abbildung zeigt, dass die Medianwerte für die Schüler mit geringem Vorwissen nur wenig höher liegen als der hypothetische Skalenmittelwert von 2,5, während Lernende mit einem hohen Vorwissen für alle Skalen deutlich höhere Werte aufweisen. Die Skalenmittelwerte sind in Tabelle 8.21 dargestellt. Der Zusammenhang zwischen dem unter-

schiedlichen Grad der Integration in den Unterricht und dem aktualisierten Interesse erweist sich für alle drei Skalen als signifikant.

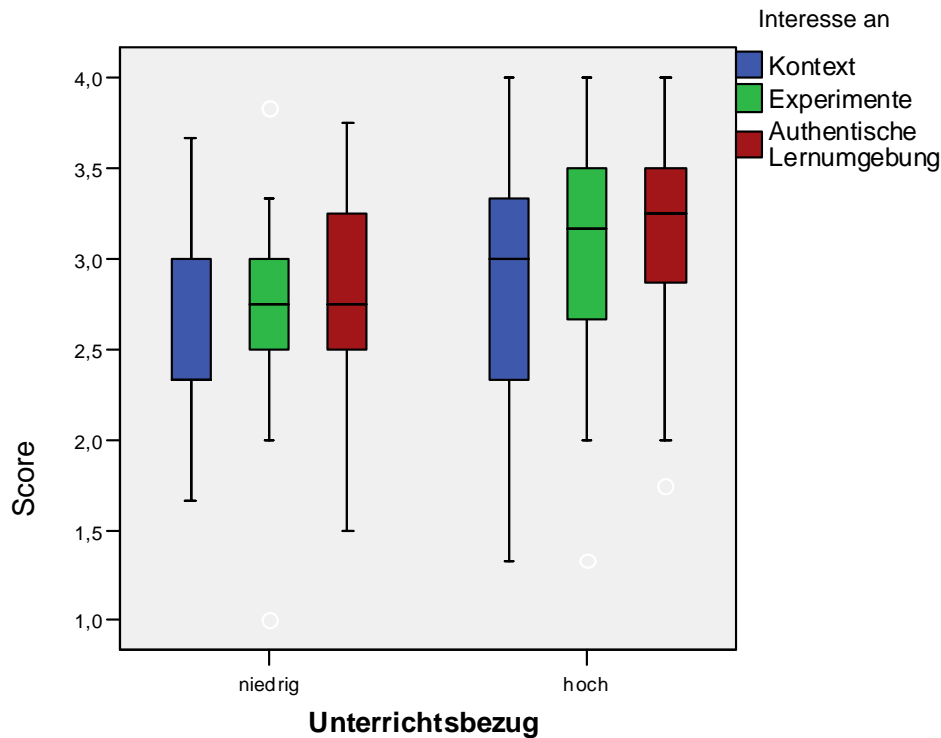


Abbildung 8.7: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, Experimenten und authentischer Lernumgebung für hohen vs. niedrigen Grad an Vorbereitung im Unterricht (Mediansplit).

Tabelle 8.21: Mittelwerte für das aktualisierte Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten für niedrigen vs. hohen Unterrichtsbezug. Skala 1 – 4. Test auf Signifikanz mit Mann-Whitney-U-Test).

Vorbereitung Unterricht	Interesse an Kontext		Interesse an authentischer Lernumgebung		Interesse an Experimenten	
	M	SD	M	SD	M	SD
niedrig	2,67	,524	2,84	,512	2,94	,519
hoch	2,94	,580	3,19	,527	3,28	,480
Signifikanz (2-seitig)	p = ,001		p = ,000		p = ,000	

8.2.4 Schülertypen

Im Folgenden wird die Frage untersucht, ob sich Schülertypen identifizieren lassen, die sich in ihrem Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore (Experimentieren, authentische Lernumgebung, Kontexte) in charakteristischer Weise unterscheiden. Unter der Annahme, dass die abhängigen Variablen für verschiedene Schülergruppen eine unterschiedliche Anreizqualität besitzen, wird die Clusterzugehörigkeit der Schüler in Beziehung gesetzt zu den Schülermerkmalen sowie weiteren unabhängigen Variablen. Mit dieser Analyse soll festgestellt werden, ob sich signifikante und charakteristische Unterschiede in der Verknüpfung von unabhängigen und abhängigen Variablen finden lassen.

In der Clusterzentrenanalyse wurden alle Items der Skalen zum aktualisierten Interesse der Schüler berücksichtigt. Eine vorgeschaltete hierarchische Clusteranalyse legte eine 4-Cluster-Lösung nahe, die im Folgenden vorgestellt wird (Abb. 8.8).

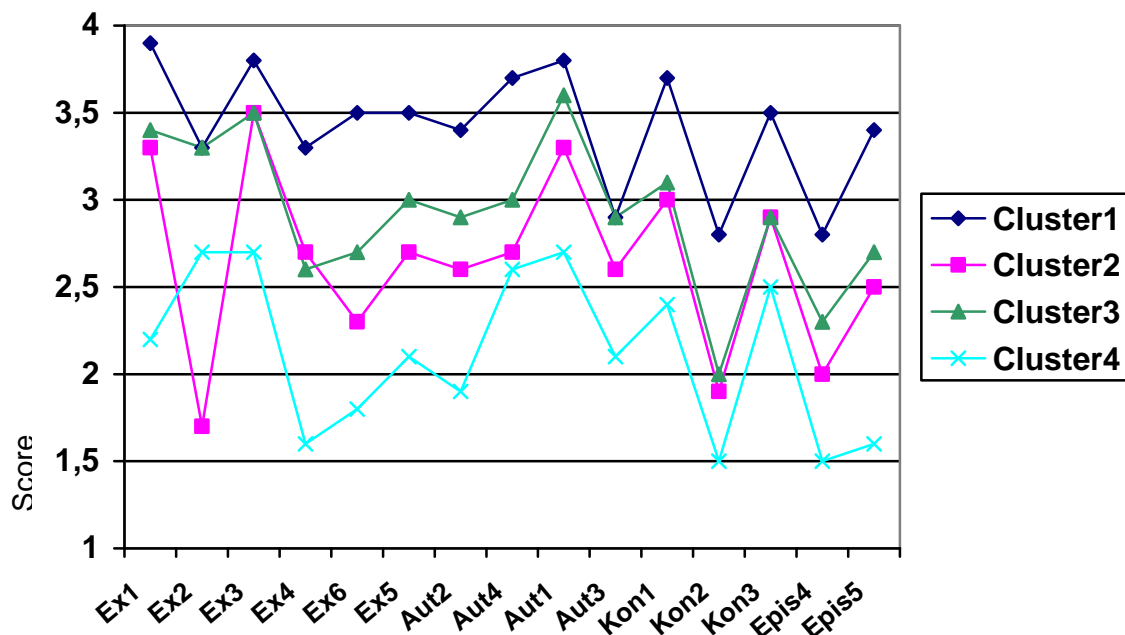


Abbildung 8.8 Darstellung der Mittelwerte der Items zum aktualisierten Interesse an Experimenten (Ex), Kontexten (Kon), authentischer Lernumgebung (Aut) sowie dem epistemischen Interesse an den Experimenten (Epis) für die Cluster 1 - 4.

Es fällt unmittelbar auf, dass es sich bei den vier Clustern nicht um vier Typen im eigentlichen Sinne handelt, sondern dass die Profile weitgehend überschneidungsfrei verlaufen (Ausnahme: Ex 2: „Die Experimente dauerten zu lange“). Typen, die sich *qualitativ* in

ihrem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten, der authentischen Lernumgebung sowie dem epistemischen Interesse an den Experimenten unterscheiden, können demzufolge nicht identifiziert werden. Die dargestellten Cluster weisen lediglich auf quantitative Unterschiede in der Ausprägung des aktualisierten Interesses hin, die sich über die drei Skalen zum aktualisierten Interesse an den Experimenten, den Kontexten sowie der authentischen Lernumgebung hinweg zeigen.

Die vier identifizierten Cluster werden nun hinsichtlich der signifikanten Unterschiede hinsichtlich der abhängigen Variablen (Tab. 8.22) betrachtet, bevor auf die Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen eingegangen wird.

Tabelle 8.22: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten. Mittelwerte (M) und Standardabweichung (SD) für die vier identifizierten Cluster. Skala 1 – 4.

Cluster		Interesse an Kontext		Interesse an authentischer Lernumgebung		Interesse an Experimenten	
		M	SD	M	SD	M	SD
1	(n=130)	3,36	,317	3,51	,293	3,58	,275
2	(n=50)	2,61	,487	2,86	,444	2,72	,294
3	(n=110)	2,59	,397	3,10	,404	3,13	,283
4	(n=31)	2,08	,339	2,31	,413	2,23	,419

Der Kruskal-Wallis-Test ergibt für das Interesse an Experimenten, Kontexten sowie der authentischen Lernumgebung signifikante Unterschiede für die vier Cluster auf höchstsignifikantem Niveau ($p < ,001$). Die anschließend durchgeführten paarweisen Vergleiche mittels des Mann-Whitney-U-Tests ergaben ebenfalls fast ausschließlich höchstsignifikante Unterschiede zwischen den jeweils zwei verglichenen Clustern. Lediglich die Cluster 2 und 3 unterscheiden sich nur hinsichtlich des Interesses an den Experimenten höchstsignifikant, nicht jedoch im Interesse an Kontexten bzw. authentischer Lernumgebung. Für das Interesse an der authentischen Lernumgebung wird der Mann-Whitney-U-Test mit einem $p = ,023$ noch signifikant, die Werte für das Interesse an Kontexten unterscheidet sich jedoch zwischen beiden Clustern nicht signifikant ($p = ,913$).

Die Zusammenhänge zwischen Clusterzugehörigkeit und den unabhängigen Variablen sind in Tabelle 8.23 dargestellt.

Tabelle 8.23: Mittelwerte für die unabhängigen Variablen in Abhängigkeit von der Clusterzugehörigkeit. Skala 1 -4.

Cluster	Individuelles Interesse		Kompetenzerleben		Vorbereitung im Unterricht	
	M	SD	M	SD	M	SD
1 (n=130)	2,96	,512	3,48	,417	3,40	,420
2 (n=50)	2,51	,460	2,87	,582	3,25	,479
3 (n=110)	2,60	,582	3,27	,514	3,18	,497
4 (n=31)	2,43	,615	3,03	,606	2,99	,551

Um signifikante Unterschiede der Cluster hinsichtlich der unabhängigen Variablen zu identifizieren wurden jeweils paarweise Vergleiche durchgeführt und mit dem Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8.24 dargestellt.

Tabelle 8.24: Signifikante Unterschiede (p) der Cluster hinsichtlich der unabhängigen Variablen individuelles Interesse, Kompetenzerleben, Vorbereitung im Unterricht. Prüfung der Signifikanz mit paarweise durchgeführten Mann-Whitney-U-Tests. Farbig unterlegt sind die **nicht** signifikanten Unterschiede

Signifikante Clusterdifferenzen p	Individuelles Interesse	Kompetenzerleben	Vorbereitung im Unterricht
1 - 2	,000	,000	,055
1 - 3	,000	,002	,001
1 - 4	,000	,000	,000
2 - 3	,513	,000	,458
2 - 4	,585	,300	,029
3 - 4	,219	,042	,059

In Bezug auf die untersuchten unabhängigen Variablen und deren signifikante Unterschiede zwischen den vier Clustern zeigt sich, dass Cluster 1 sich am deutlichsten von den übrigen Clustern absetzt, indem fast alle paarweisen Vergleiche hochsignifikante Unterschiede belegen. Lediglich für die Variable Vorbereitung im Unterricht werden die Unterschiede zwischen Cluster 1 und 2 gerade nicht mehr signifikant. Cluster 2 und 3, die auch ein ähnliches Clusterprofil aufweisen (Abb. 8.8), unterscheiden sich weder signifikant im individuellen Interesse, noch in den Werten für die Vorbereitung im Unterricht. Dagegen sind die Unterschiede im Kompetenzerleben signifikant. Zwischen beiden Clustern ist hinsichtlich der abhängigen Variablen auch lediglich das Interesse an den Experimenten signifikant unterschiedlich.

Zwischen den Clustern 2 und 4 sowie 3 und 4 treten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede im individuellen Interesse auf. Zwischen Cluster 2 und 4 ist der Grad der Vorbereitung im Unterricht, zwischen Cluster 3 und 4 das Kompetenzerleben signifikant unterschiedlich.

Zusammenfassend betrachtet erscheint es bemerkenswert, dass sich die vier identifizierten Cluster hinsichtlich der abhängigen Variablen Interesse an Experimenten, Kontexten und authentischer Lernumgebung in fast allen (zwei Ausnahmen) höchstsignifikant unterscheiden, jedoch im paarweisen Vergleich für die unabhängige Variable individuelles Interesse drei Cluster keine signifikanten Unterschiede bezüglich dieser Variable aufweisen. Für die quantitativen Unterschiede in den Clusterprofilen dieser Cluster kann deshalb eine relative Unabhängigkeit vom individuellen Interesse der Schüler, dafür aber ein Zusammenhang mit den signifikanten Unterschieden im Kompetenzerleben bzw. in der Vorbereitung im Unterricht festgestellt werden.

8.2.5 Zusammenfassende Betrachtung für den Zusammenhang zwischen unabhängigen Variablen und dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten sowie der authentischen Lernumgebung.

- Das bereits vorhandene **individuelle Interesse** der Schüler zeigt die höchsten Korrelationen mit dem aktualisierten Interesse an den Experimenten, die geringsten Zusammenhänge dagegen mit dem aktualisierten Interesse an der authentischen Lernumgebung.
- Das **Selbstkonzept** der Lernenden zeigt die erwarteten Zusammenhänge mit den abhängigen Variablen in der Weise, dass nur die Korrelationen mit dem aktualisierten Interesse an den Experimenten signifikant werden. Damit wird ein enger Zusammenhang zwischen Selbstkonzept und handlungsorientierter Auseinandersetzung in der Lernumgebung Schülerlabor sichtbar.
- Die **Schulleistungen** der Schüler zeigen keine signifikanten Zusammenhänge mit dem aktualisierten Interesse im Schülerlabor.
- Die Merkmale der Schülerlabore (**Instruktionsqualität** und **Einblick in Forschung**) wirken als Einflussvariablen hinsichtlich des Interesses an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung zusammen mit dem individuellen Interesse. Besonders für Lernende mit einem niedrigen individuellen Interesse wird die Instruktionsqualität als wichtige Einflussvariable identifiziert.
- Der Grad an **Vorbereitung im Unterricht** korreliert signifikant mit allen abhängigen Variablen. Die deutlichsten Zusammenhänge zeigen sich zwischen der Vorbereitung im Unterricht und dem aktualisierten Interesse an den durchgeführten Experimenten.

8.3 SITUATIVES ERLEBEN DER LERNUMGEBUNG SCHÜLERLABOR

8.3.1 Die Bedeutung der „basic needs“

Der Aufenthalt im Schülerlabor ist geprägt von der experimentellen Tätigkeit der Schüler. Gerade für diese handlungsorientierte Lernumgebung wird eine besondere Bedeutung des situativen Erlebens angenommen, welches über die Erhebung der „basic needs“ abgebildet werden soll. Entsprechend dem Evaluationsdesign (Abb. 7.1, S.92) stellen die „basic needs“ abhängige Variablen in Bezug auf die beschriebenen unabhängigen Variablen (Schülermerkmale, wahrgenommene Merkmale der Lernumgebung, Integration in den Unterricht) dar. Im Hinblick auf das aktualisierte Interesse, das Lernende im Schülerlabor zeigen, sind sie jedoch unabhängige Variablen. Bevor auf diese Zusammenhänge eingegangen wird, werden zunächst die Werte der Skalen und anschließend ihre Interkorrelationen betrachtet.

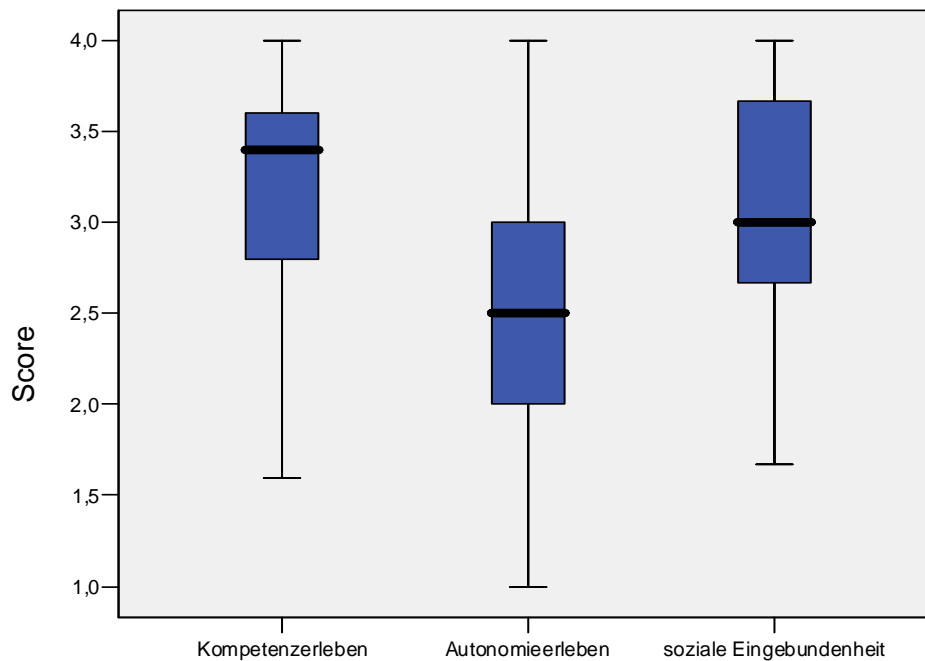


Abbildung 8.9: Skalen zum Kompetenzerleben, Autonomieerleben und zur sozialen Eingebundenheit (Box 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median)

Die Boxplots zeigen deutliche Unterschiede in der Wahrnehmung der drei „basic needs“ durch die Lernenden. Das Kompetenzerleben wird von den Schülern besonders hoch eingeschätzt und weist mit einem Medianwert von 3,33 (SD= ,544) auf vorliegende Deckeneffekte für diese Skala hin. Offensichtlich gelingt es den Schülerlaboren, die Rahmenbedingungen des Aufenthalts so zu gestalten, dass die Schüler sich in hohem Maße als kompetent erleben. Das Autonomieerleben weist dagegen die niedrigsten Werte aller drei Skalen auf, der Medianwert (2,46; SD = ,827) entspricht in etwa dem hypothetischen

Skalenmittelwert von 2,5. Diese Skala weist gleichzeitig auch die größte Streuung auf. Die soziale Eingebundenheit, d. h. die Kommunikation mit Mitschülern sowie die Zusammenarbeit während des Experimentierens wird von den Lernenden offensichtlich positiv erlebt und spiegelt sich in einer hohen Zustimmung zu den Items dieser Skala wider (Medianwert 3,07; SD = ,528).

Tabelle 8.25: Interkorrelationen der Skalen zu den „basic needs“ (Spearman r_s , 2-seitige Signifikanz).

Korrelationskoeffizient r (Spearman r_s)/ Signifikanz 2-seitig	Kompetenz- erleben	Autonomie- erleben	Soz. Eingebundenheit
Kompetenzerleben	---	,110 ,199	,207 ,000
Autonomieerleben	,110 ,199	---	,223 ,008
Soz. Eingebundenheit	,207 ,000	,223 ,008	---

Wie in der Literatur beschrieben (vgl. Kap. 5.2.4 und 5.4.2.2), zeigen sich die drei „basic needs“ nicht unabhängig voneinander sondern weisen schwache bis mittlere Korrelationen auf, die jedoch nicht für alle Zusammenhänge signifikant sind (Tab. 8.25). Einzig die soziale Eingebundenheit korreliert signifikant mit den beiden anderen Skalen. Entgegen der Erwartung zeigt sich aber nur ein schwacher und nicht signifikanter Zusammenhang zwischen dem Kompetenzerleben und dem Autonomieerleben.

8.3.2 Zusammenhang der „basic needs“ mit den abhängigen Variablen des aktualisierten Interesses

In der Interessentheorie wird der Einfluss der „basic needs“ hinsichtlich der Entwicklung von situationalem bzw. aktualisiertem Interesse beschrieben. In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zu den Forschungsfragen dargestellt, die sich auf die Zusammenhänge zwischen den drei „basic needs“ und dem aktualisierten Interesse an Experimen-

ten, Kontexten und einer authentischen Lernumgebung beziehen. Grafisch dargestellt sind die bearbeiteten Forschungsfragen in Abb. 8.10.

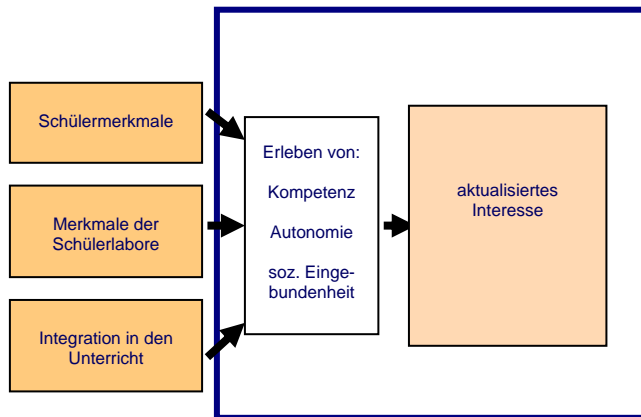


Abbildung 8.10: Evaluationsdesign. Eingerahmt sind die bearbeiteten Forschungsfragen in Kap. 8.3.2.

Zunächst werden die Korrelationen der „basic needs“ mit allen drei Skalen zum aktualisierten Interesse aufgezeigt (Tab. 8.26, folgende Seite).

Im Anschluss wird auf die Hypothese 2 mit einem Fokus auf die experimentelle Tätigkeit der Schüler und das aktualisierte Interesse an den Experimenten eingegangen.

8.3.2.1 Korrelationen der „basic needs“ mit dem aktualisierten Interesse

Alle Korrelationen sind in Tabelle 8.26 (folgende Seite) dargestellt. Einzig die Skala „soziale Eingebundenheit“ korreliert höchstsignifikant mit allen Skalen des aktualisierten Interesses und ist ein Beleg dafür, dass die Zusammenarbeit und die Kommunikation der Lernenden untereinander im Hinblick auf alle Aspekte des Aufenthalts im Schülerlabor bedeutsam sind. Das Autonomieerleben korreliert erwartungsgemäß weder mit dem Interesse an Kontexten noch mit dem Interesse an einer authentischen Lernumgebung signifikant. Für beide Aspekte waren theoriegeleitet keine Zusammenhänge mit dem Erleben von Autonomie zu erwarten. Das aktualisierte Interesse am Experimentieren zeigt den erwarteten Zusammenhang mit dem Autonomieerleben, allerdings mit $r = ,187$ nur als schwache Korrelation mit einer Signifikanz auf $p < ,05$ Niveau. Da über die Skala zum Autonomieerleben die Offenheit der experimentellen Situation operationalisiert wird, die in der Literatur als Gegensatz zu den cook-book-Experimenten als wesentliches Merkmal für eine Interesseseförderung in Bezug auf Labwork beschrieben wird, entspricht dieses Ergebnis nicht den Erwartungen. Im Rahmen der Diskussion wird darauf eingegangen werden.

Das Interesse an authentischen Lernumgebungen hängt offensichtlich am wenigsten mit dem Kompetenzerleben zusammen. Zwischen einem aktualisierten Interesse an außerschulischen Lernorten bzw. am Einblick in authentische Forschungseinrichtungen und dem Kompetenzerleben während des Aufenthalts im Schülerlabor beträgt die Korrelation

lediglich $r_s = 0,196$ ($p < ,05$). Der Zusammenhang mit dem Erleben von Kompetenz ist stärker und höchstsignifikant für das Interesse an Kontexten. Es kann vermutet werden, dass für die Entwicklung des aktualisierten Interesses an Anwendungsbezügen ein gewisses Maß an Verständnis und Vorwissen notwendig ist, das auch über die Skala zum Kompetenzerleben erfasst wurde. Der stärkste Zusammenhang zeigt sich erwartungsgemäß zwischen Kompetenzerleben und Experimentieren mit einem Wert für Spearmans Rho von r_s von 0,461.

Mit dem Blick auf die drei Skalen zum aktualisierten Interesse wird deutlich, dass nur das Experimentieren in einem signifikanten Zusammenhang mit allen drei „basic needs“ steht. Diese Beziehung zwischen den drei Erlebensqualitäten und dem Experimentieren als handlungsorientierter Auseinandersetzung in der Lernumgebung Schülerlabor war bereits aus der Theorie abgeleitet worden. Deshalb waren auch nur für das Experimentieren als Tätigkeit im Schülerlabor die Hypothesen zum Zusammenhang mit den „basic needs“ formuliert worden.

Tabelle 8.26: Korrelation der Skalen zu den „basic needs“ mit den abhängigen Variablen (Spearmans Rho r_s , 2-seitige Signifikanz).

Korrelationskoeffizient r_s (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Aktualisiertes Interesse an		
	Kontexten	authentischer Lernumgebung	Experimenten
Kompetenzerleben	,317 ,000	,196 ,036	,461 ,000
Autonomieerleben	,151 ,077	,085 ,539	,187 ,028
Soz. Eingebundenheit	,432 ,000	,337 ,000	,395 ,000

Da für alle drei Skalen zum aktualisierten Interesse ein Einfluss des individuellen Interesses postuliert wird, wurde eine partielle Korrelationsanalyse durchgeführt, in der das individuelle Interesse der Lernenden kontrolliert wurde (Tab. 8.27).

Die Zusammenhänge werden im Wesentlichen bestätigt, diejenigen zwischen Kompetenzerleben und den drei Interessenskalen liegen jedoch etwas niedriger (zwischen $r = ,110$ für authentische Lernumgebung und $,390$ für Experimentieren). Die schwache Korrelation zwischen Kompetenzerleben und dem Interesse an der authentischen Lernumgebung ist in der partiellen Korrelation unter Kontrolle des individuellen Interesses nicht

mehr signifikant. Einzig die Skala zur sozialen Eingebundenheit weist noch signifikante Zusammenhänge zu allen drei Skalen des aktualisierten Interesses auf.

Tabelle 8.27: Partielle Korrelation (kontrolliert für das individuelle Interesse) der Skalen zu den „basic needs“ mit den abhängigen Variablen (Spearman r_s , 2-seitige Signifikanz).

Partielle Korrelation kontrolliert für das individuelle Interesse			
Korrelationskoeffizient r (Spearman r_s)/ Signifikanz 2-seitig	Akt. Interesse an Kontexten	Akt. Interesse an auth. Lernumgebung	Akt. Interesse an Experimenten
Kompetenzerleben	,215 ,003	,110 ,244	,390 ,000
Autonomieerleben	,201 ,018	,098 ,480	,209 ,014
Soz. Eingebundenheit	,394 ,000	,304 ,001	,330 ,000

Hypothesenprüfung für die Hypothese 2

In Hypothese 2 a war ein positiver Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben bei der experimentellen Tätigkeit und dem aktualisierten Interesse an den Experimenten in der Lernumgebung Schülerlabor formuliert worden. Mit $r = ,390$ zeigt sich ein mittlerer und hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Erleben von Kompetenz sowie dem aktualisierten Interesse an den Experimenten, berechnet in einer partiellen Korrelation unabhängig vom individuellen Interesse der Schüler (Tab. 8.23). Hypothese 2 a kann somit bestätigt werden.

Ebenso sollte, wie in Hypothese 2b formuliert, das Autonomieerleben bei der experimentellen Tätigkeit in einem positiven Zusammenhang mit dem aktualisierten Interesse der Lernenden an den Experimenten stehen. Mit einem Wert von $r = ,209$ kann allerdings nur eine schwache Korrelation festgestellt werden, die mit $p = ,014$ lediglich auf dem 5%-Niveau signifikant wird. Der in der Literatur vielfach beschriebene und postulierte Zusammenhang zwischen der Offenheit von experimentellen Lernumgebungen im Hinblick auch auf motivationale Wirkungen des Experimentierens lässt sich in der vorliegenden Untersuchung deshalb nur eingeschränkt bestätigen. Inwieweit bei diesem Ergebnis berücksichtigt werden muss dass es sich bei den Experimenten um molekularbio-

logische Versuche handelt, die per se wenig Offenheit zulassen und notwendigerweise einer strengen Versuchsanordnung folgen, wird in der Diskussion thematisiert werden. In Hypothese 2c war ein positiver Zusammenhang zwischen dem aktualisierten Interesse an Experimenten und der sozialen Eingebundenheit der Schüler postuliert worden. Dieser Zusammenhang wird mit einem höchstsignifikanten Korrelationswert von $r = ,330$ nachgewiesen und damit gilt diese Teilhypothese als bestätigt. Offensichtlich stehen damit die gute Zusammenarbeit und Kommunikation der Schüler während des Experimentierens in einem engeren Zusammenhang mit dem entsprechenden aktualisierten Interesse als das Autonomieerleben während der experimentellen Tätigkeit.

Verdeutlicht werden die Zusammenhänge in den folgenden Darstellungen der Streudiagramme (Abb. 8.11-Abb.8.13). Eingetragen in die Diagramme sind jeweils der Regressionskoeffizient und die Anpassungslinie (iterative Methode der gewichteten kleinsten Quadrate: Loess).

In Abb. 8.11 ist zunächst in einem Streudiagramm der Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und dem aktualisierten Interesse an den Experimenten dargestellt. Mit 21,6% erklärt das Kompetenzerleben einen bedeutenden Teil des aktualisierten Interesses an den Experimenten. Die Anpassungslinie weist darauf hin, dass der größere Zusammenhang zwischen beiden Variablen im Bereich des niedrigeren Kompetenzerlebens besteht. Bei Skalenwerten für das Kompetenzerleben >3 weist die Abflachung der Anpassungslinie auf einen weniger starken Zusammenhang hin.

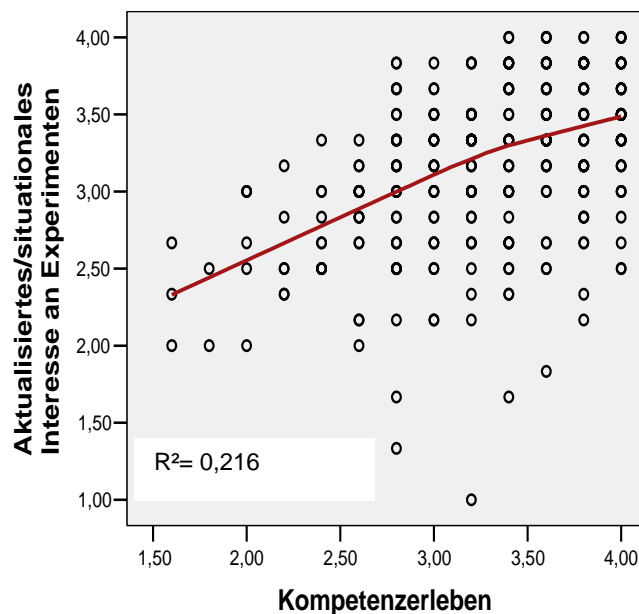


Abbildung 8.11: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und aktualisiertem Interesse an den Experimenten. Eingetragen sind das Bestimmtheitsmaß R^2 sowie die Anpassungslinie (Loess).

Der Zusammenhang zwischen sozialer Eingebundenheit und dem Interesse an den Experimenten ist in Abb. 8.12 als Streudiagramm dargestellt. Beide Variablen haben 14,4 % gemeinsame Varianz.

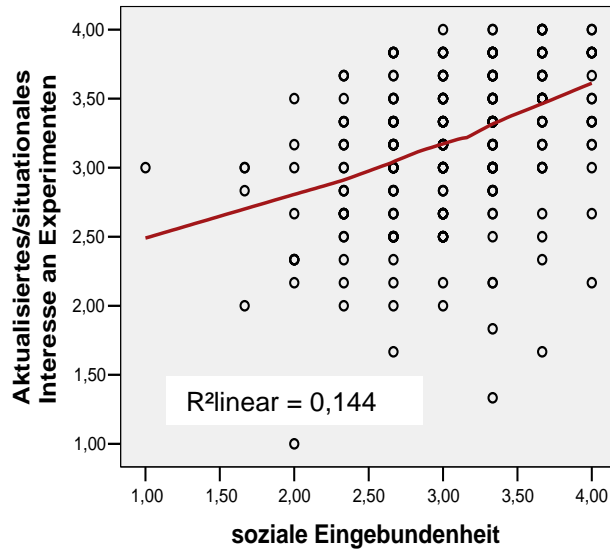


Abbildung 8.12: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen sozialer Eingebundenheit und aktualisiertem Interesse an den Experimenten. Eingetragen sind das Bestimmtheitsmaß R^2 sowie die Anpassungslinie (Loess).

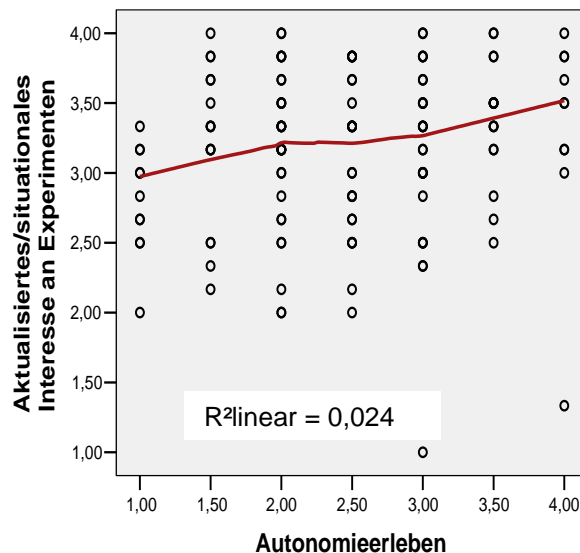


Abbildung 8.13: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen Autonomieerleben und aktualisiertem Interesse an den Experimenten. Eingetragen sind das Bestimmtheitsmaß R^2 sowie die Anpassungslinie (Loess).

In Abbildung 8.13 verdeutlicht die Darstellung des Streudiagramms mit der eingezeichneten Anpassungslinie, dass durch das Autonomieerleben lediglich 2,4 % der Varianz des aktualisierten Interesses an den Experimenten erklärt werden. Das Autonomieerleben leistet damit eine 10fach geringere Varianzaufklärung als das Kompetenzerleben.

8.3.3 Zusammenhang unabhängigen Variablen mit den „basic needs“

Im untersuchten Evaluationsmodell stellen die „basic needs“ abhängige Variablen dar in Bezug auf die unabhängigen Variablen. Es ist nun zu untersuchen, ob das Erleben von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit in einem Zusammenhang steht mit den Schülermerkmalen, den wahrgenommenen Merkmalen der Schülerlabore und dem Grad der Integration des Schülerlabor-Aufenthalts in den Unterricht (Abb. 8.14). In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse dieser Analysen zu den entsprechenden explorativen Forschungsfragen dargestellt.

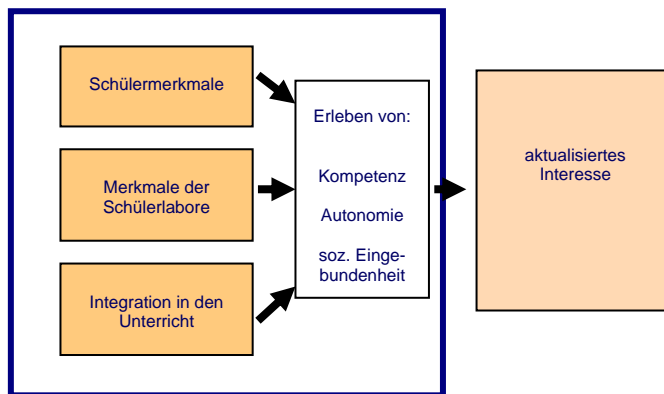


Abbildung 8.14: Evaluationsdesign. Eingerahmt sind die bearbeiteten Forschungsfragen in Kap. 8.3.3.

8.3.3.1 Die Schülermerkmale Individuelles Interesse und Selbstkonzept

Zunächst werden die Korrelationen zwischen den „basic needs“ und den Schülermerkmalen Individuelles Interesse sowie Selbstkonzept betrachtet (Tab. 8.28, folgende Seite). Die größten Zusammenhänge zeigen sich für das Kompetenzerleben. Mit Werten von $r_s = ,285$ für den Zusammenhang mit dem individuellen Interesse bzw. $r_s = ,260$ für das Selbstkonzept sind die Korrelationen nur schwach, jedoch höchstsignifikant. Besonders für das Selbstkonzept waren signifikante Zusammenhänge mit dem Kompetenzerleben auch erwartet worden.

Das Erleben von Autonomie zeigt mit beiden Skalen der Schülermerkmale einen schwach negativen jedoch nicht signifikanten Zusammenhang. Für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse könnten gerade die eng geführten Experimente ein geringeres Autonomie-Erleben bewirken und so die negative Korrelation zwischen beiden

Variablen bewirken. Insgesamt ist der Zusammenhang zwischen beiden Skalen jedoch nur schwach (Streudiagramm, Abb. 8.15).

Tabelle 8.28: Korrelationen (Spearman r_s) zwischen den „basic needs“ und den Schülermerkmalen Individuelles Interesse sowie Selbstkonzept.

Korrelationskoeffizient r_s (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Individuelles Interesse	Selbstkonzept
Kompetenzerleben	,285 ,000	,260 ,000
Autonomieerleben	-,095 ,267	-,061 ,477
Soz. Eingebundenheit	,179 ,000	,070 ,209

Das individuelle Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften korreliert schwach, aber mit $p < ,001$ höchstsignifikant mit dem Gefühl der sozialen Eingebundenheit. Diese Skala zur Zusammenarbeit der Schüler sowie zur Kommunikation während des Experimentierens zeigt jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zum Selbstkonzept der Lernenden. Damit zeigt das Selbstkonzept lediglich mit dem Kompetenzerleben einen so auch erwarteten signifikanten Zusammenhang.

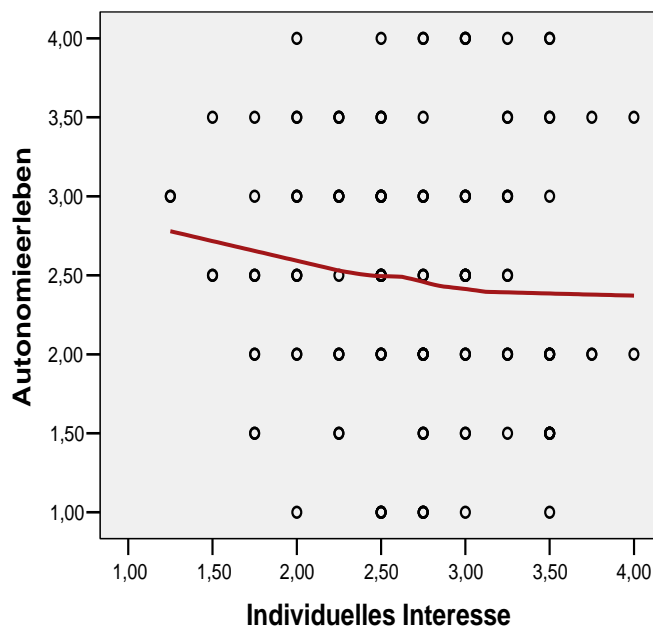


Abbildung 8.15: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen individuellem Interesse und Autonomieerleben. Eingetragen ist die Anpassungslinie (Loess).

8.3.3.2 Schulleistung

Es wurde untersucht, inwieweit das Kompetenzerleben der Schüler mit ihrer Schulleistung (operationalisiert über die Schulnote in Biologie) im letzten Zeugnis zusammenhängt. Eine Analyse für Teilstichproben von Lernenden mit niedrigem, mittlerem oder hohem Kompetenzerleben) zeigt keine signifikanten Ergebnisse für den Zusammenhang zwischen der Schulleistung der Lernenden sowie dem Kompetenzerleben im Schülerlabor (Chi-Quadrat = 4,599; df(4); $p = ,331$) (Tab.8.29). Das Kompetenzerleben im Schülerlabor zeigt damit, anders als das individuelle Interesse, keinen unmittelbaren Zusammenhang mit den Leistungen im Fachunterricht Biologie.

Tabelle 8.29: Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Schulnote in Biologie und dem Kompetenzerleben der Lernenden (Teilung der Stichprobe beim 33. und 66. Perzentil).

Schulnote %	Sehr gut	Gut	Befriedi- gend	Ausrei- chend
Kompetenz- erleben				
niedrig	13%	39%	32%	13%
mittel	9%	42%	41%	7%
hoch	11%	53%	30%	6%

8.3.3.3 Gender-Effekte

Wie schon bei der Analyse anderer Zusammenhänge mit dem Geschlecht der Lernenden bestehen in der vorliegenden Studie auch keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Geschlecht der Befragten und den „basic needs“. Ein durchgeführter Mann-Whitney-U-Test wurde für alle drei Skalen (Kompetenzerleben: $p = ,576$; Autonomieerleben: $p = ,374$; soziale Eingebundenheit: $p = ,322$) nicht signifikant.

8.3.4 Zusammenhänge mit der Integration in den Unterricht

Es wurde überprüft, ob die Integration des Schülerlabor-Aufenthalts in den Unterricht in einem Zusammenhang steht mit dem Erleben von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit. Sowohl das Interessenkonstrukt als auch die empirischen Befunde zum Experimentieren lassen solche Zusammenhänge erwarten (vgl. Kap. 4.3). Vorwissen aus dem Unterricht kann das Kompetenzerleben fördern, aber auch das Erleben von Autonomie und damit die Wahrnehmung der Offenheit der Lernumgebung beeinflussen. Die explorative Analyse zu dieser Fragestellung zeigt zunächst lediglich schwache bis mittleren Korrelationen zwischen der Vorbereitung im Unterricht und den drei Skalen der

„basic needs“ (Tab. 8.30). Dabei wird der Zusammenhang zum Autonomieerleben als einziger nicht signifikant.

Tabelle 8.30: Korrelationen (Spearman r_s) zwischen den „basic needs“ und der Vorbereitung im Unterricht.

Korrelationskoeffizient r (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig	Kompetenzerleben	Autonomieerleben	Soziale Eingebundenheit
Vorbereitung im Unterricht	,236 ,000	,072 ,402	,298 ,000

Eine weitere partielle Korrelationsanalyse kontrolliert für das individuelle Interesse der Lernenden, das, wie bereits gezeigt, mit dem Kompetenzerleben in Zusammenhang steht (Tab. 8.31).

Mit einem Wert von $r_s = ,180$ zeigt sich dann die Korrelation zwischen dem Unterrichtsbezug und dem Kompetenzerleben lediglich als schwach. Stärker als zunächst vermutet korreliert jedoch die Skala zur sozialen Eingebundenheit mit dem Unterrichtsbezug. Die Lernenden haben offensichtlich häufiger während des Experimentierens über die Experimente kommuniziert bzw. besser zusammengearbeitet, wenn sie auf ein entsprechendes Vorwissen aus dem Unterricht zurückgreifen konnten.

Eine Prüfung auf signifikante Unterschiede für die „basic needs“ bei einem hohen vs. einem niedrigen Unterrichtsbezug (Mann-Whitney-U-Test) wird für das Kompetenzerleben und das Erleben sozialer Eingebundenheit mit $p = ,001$ signifikant (nicht jedoch für das Autonomieerleben mit $p = ,235$).

Tabelle 8.31: Partielle Korrelationen (r_s , Spearman) zwischen den „basic needs“ und der Vorbereitung im Unterricht (kontrolliert für das individuelle Interesse).

Partieller Korrelationskoeffizient r_s (Spearman)/ Signifikanz 2-seitig; kontrolliert für individuelles Interesse	Kompetenzerleben	Autonomieerleben	Soziale Eingebundenheit
Vorbereitung im Unterricht	,180 ,001	,113 ,192	,280 ,000

8.3.5 Regressionsanalysen

Die im folgenden Abschnitt vorgestellten multiplen linearen Regressionsanalysen sollen einen zusätzlichen Beitrag zur Klärung der Zusammenhänge leisten.

Kompetenzerleben. Zunächst wird das Kompetenzerleben als Kriteriumsvariable und deren Beeinflussung durch die Schülermerkmale, die Merkmale der Schülerlabore sowie die Integration in den Unterricht als Prädiktorvariablen analysiert. Eine schrittweise Regression führt zu einem Modell, in dem drei Variablen einen signifikanten Erklärungsbeitrag leisten, und das insgesamt 26,9 % der Varianz des Kompetenzerlebens aufklärt (Tab. 8.32). Einziger höchstsignifikanter und mit einem β -Gewicht von ,423 bedeutendster Prädiktor ist die Instruktionsqualität. Die Kommunikation und Diskussion mit den Wissenschaftlern während des Experimentierens bestimmt damit im Wesentlichen das Kompetenzerleben der Lernenden. Erwartungsgemäß zeigen sich auch Zusammenhänge zwischen Kompetenzerleben und Selbstkonzept, das mit einem β -Wert von ,202 ($p=,003$) den zweitwichtigsten Prädiktor darstellt. Von der Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht und dem daraus resultierenden Vorwissen der Lernenden konnte ebenfalls eine Beeinflussung des Kompetenzerlebens erwartet werden. Das β -Gewicht von ,143 ($p=,037$) zeigt jedoch, dass die Bedeutung dieser Variable deutlich niedriger liegt als die der Instruktionsqualität. Die Integration in den Unterricht alleine erklärt so auch nur 6,7% der Varianz des Kompetenzerlebens.

Tabelle 8.32 Regressionsanalyse (stepwise) für das Kompetenzerleben als abhängige Variable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Instruktionsqualität	,419	,064	,423	6,505***
Selbstkonzept	,151	,050	,202	3,006**
Vorbereitung Unterricht	,161	,076	,143	2,107*
$R_{\text{kor.}}^2 = ,269$; $F(3,177) = 22,687$ $p = 0,000$				

In dem Regressionsmodell, das aus der schrittweisen Regressionsanalyse resultiert, wurden die Variablen Individuelles Interesse und Einblick in Forschung aufgrund mangelnder Signifikanz nicht berücksichtigt.

Das Kompetenzerleben korreliert signifikant ($r_s = ,285$; $p = ,000$; Spearmans Rho) mit dem individuellen Interesse. Aus diesem Grund sollen weitere Regressionsanalysen für die Teilstichproben der Lernenden mit hohem bzw. niedrigem individuellen Interesse Aufschluss darüber geben, ob das Kompetenzerleben für beide Schülergruppen von den gleichen Prädiktoren beeinflusst wird.

In Tab. 8.33 sind die Ergebnisse für die Schüler mit niedrigem individuellem Interesse (Mediansplit) dargestellt. Das Modell leistet mit 34,8 % einen vergleichsweise hohen Erklärungsbeitrag der Varianz für die abhängige Variable.

Tabelle 8.33: Regressionsanalyse (stepwise) für das Kompetenzerleben als abhängige Variable bei Lernenden mit niedrigem individuellen Interesse (Mediansplit). n=184

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Instruktionsqualität	,497	,074	,522	6,691***
Selbstkonzept	,130	,059	,177	2,206*
Vorbereitung Unterricht	,182	,090	,164	2,023*
$R_{\text{kor.}}^2 = ,348$; $F(3,110) = 20,588$; $p = 0,000$				

Für Schüler mit einem wenig ausgeprägten individuellen Interesse an Naturwissenschaften werden die gleichen Variablen zu signifikanten Prädiktoren des Kompetenzerlebens wie für die Gesamtstichprobe. Die Instruktionsqualität leistet in dem Modell (Tab. 8.33) jedoch einen noch höheren Erklärungsbeitrag als bereits im Regressionsmodell für die Gesamtstichprobe. Selbstkonzept und Vorbereitung im Unterricht weisen ähnliche β -Gewichte auf. Insgesamt wird mit einem korrigierten R^2 -Wert von ,348 ein bedeutender Teil der Varianz erklärt.

Eine schrittweise Regressionsanalyse für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse führt zu einem Modell, in dem nur noch zwei Prädiktoren signifikant werden (Tab. 8.34). Für die Teilgruppe der an Naturwissenschaften hoch interessierten Lernenden wird ihr vorhandenes individuelles Interesse zum stärksten Prädiktor für das Kompetenzerleben. Die Instruktionsqualität liefert sowohl im Vergleich zur Gesamtstichprobe als auch im Vergleich zu den Schülern mit einem niedrigen individuellen Interesse nur einen vergleichsweise niedrigen Beitrag zur Aufklärung der Varianz. Die Integration in den Unterricht stellt in dieser Gruppe keinen signifikanten Prädiktor dar. Mit 12,2 % wird allerdings im Vergleich zur Teilstichprobe der wenig interessierten nur etwa ein Drittel der Varianz des Kompetenzerlebens aufgeklärt.

Tabelle 8.34: Regressionsanalyse (stepwise) für das Kompetenzerleben als abhängige Variable bei Lernenden mit einem hohen individuellen Interesse (Mediansplit). n=184

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Individuelles Interesse	,591	,215	,321	2,757**
Instruktionsqualität	,249	,122	,238	2,045*
$R_{\text{kor.}}^2 = ,122$; $F(2,65) = 5,502$; $p = 0,006$				

Autonomieerleben. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zum Autonomieerleben sind in Tabelle 8.35 dargestellt. Die Instruktionsqualität ist einziger signifikanter Prädiktor und klärt mit 9% nur einen kleinen Teil der Varianz. Theoretische Annahmen ließen einen deutlicheren Zusammenhang zwischen der Instruktionsqualität, d. h. der Anleitung

durch und der Kommunikation mit den Wissenschaftlern im Hinblick auf das Erleben von Autonomie bei den Lernenden vermuten. Individuelles Interesse, Selbstkonzept, Einblick in Forschung sowie Integration in den Unterricht werden als Prädiktoren für das Autonomieerleben nicht signifikant. Aufgrund der in Abschnitt 8.3.2.1 beschriebenen geringen Korrelation des Autonomieerlebens mit dem individuellen Interesse der Lernenden wird auf eine Betrachtung Gruppenunterschiede für Lernende mit einem hohen vs. einem niedrigen individuellen Interesse hinsichtlich der Einflussvariablen für das Autonomieerleben verzichtet.

Tabelle 8.35: Regressionsanalyse (stepwise) für das Autonomieerleben als abhängige Variable.

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Instruktionsqualität	,470	,131	,312	3,582***
$R_{\text{korr.}}^2 = ,090$; $F(1,120) = 12,830$; $p = 0,000$				

Soziale Eingebundenheit. Für das Gefühl der sozialen Eingebundenheit und damit der Zusammenarbeit sowie Kommunikation der Schüler zeigen sich deutliche Korrelationen mit dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung (vgl. Tab.8.27).

Daraus kann bereits auf die Bedeutung dieser Erlebensqualität geschlossen werden. Signifikante und zu diskutierende Korrelationen (vgl. Tab. 8.31) werden auch zum Faktor Vorbereitung im Unterricht sichtbar. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass Lernende, die über Vorwissen zu den Experimenten verfügen, während der Durchführung der Experimente über diese diskutieren und sich austauschen. Die Prädiktoren des Faktors soziale Eingebundenheit sind als Ergebnis einer schrittweisen Regressionsanalyse in Tab. 8.36 dargestellt. Der Zusammenhang zwischen sozialer Eingebundenheit und der Integration des Schülerlabor-Aufenthalts in den Unterricht, der sich in den Korrelationsanalysen zeigte, wird bestätigt, indem dieser Faktor im Regressionsmodell den besten Prädiktor für die soziale Eingebundenheit darstellt. Signifikant wird außerdem der Faktor Einblick in Forschung. Beide Prädiktoren gemeinsam klären 14,5 % Varianz der Kriteriumsvariablen auf.

Tabelle 8.36: Regressionsanalyse (stepwise) für die soziale Eingebundenheit als abhängige Variable.

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Vorbereitung Unterricht	,278	,080	,255	3,387**
Einblick Forschung	,218	,069	,230	3,138**
$R_{\text{kor.}}^2 = ,145$; $F(2,177) = 16,057$; $p = 0,000$				

8.3.6 Zusammenfassende Betrachtung des Abschnitts zum situativen Erleben der Lernumgebung Schülerlabor:

- Von den drei „basic needs“ wird das Kompetenzerleben von den Lernenden insgesamt am höchsten eingeschätzt, die Skala zum Gefühl der sozialen Eingebundenheit erzielt mittlere Werte und das Autonomieerleben wird von den Lernenden von den drei Erlebensqualitäten am wenigsten wahrgenommen.
- Die drei Skalen der „basic needs“ zeigen **geringe Interkorrelationen**.
- Der **Zusammenhang mit den abhängigen Variablen** stellt sich folgendermaßen dar: das Kompetenzerleben zeigt signifikante Korrelationen mit dem aktualisierten Interesse der Lernenden an den Experimenten sowie geringere Zusammenhänge mit dem Interesse an den Kontexten. Das Autonomieerleben korreliert ebenfalls mit dem Interesse an den Experimenten und Kontexten, allerdings im gleichen Größenbereich und lediglich auf einem 5% Signifikanzniveau. Das Gefühl der sozialen Eingebundenheit zeigt höchstsignifikante Zusammenhänge mit allen abhängigen Variablen.
- Für die **unabhängigen Variablen zeigen sich folgende Zusammenhänge** mit den „basic needs“: Das individuelle Interesse der Lernenden korreliert auf höchstsignifikantem Niveau mit dem Kompetenzerleben sowie der sozialen Eingebundenheit. Das Selbstkonzept der Schüler zeigt dagegen signifikante Zusammenhänge lediglich mit dem Kompetenzerleben. Es zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Schulleistung und Kompetenzerleben. Es treten keine Gender-Effekte auf. Die Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht hängt höchstsignifikant mit dem Kompetenzerleben sowie dem Gefühl der sozialen Eingebundenheit zusammen. Kein signifikanter Zusammenhang zeigt sich für das Autonomieerleben.
- **Regressionsanalysen** führen zu folgenden Ergebnissen: Das Kompetenzerleben wird beeinflusst von den Prädiktoren Instruktionsqualität, Selbstkonzept sowie der Vorbereitung im Unterricht. Für Lernende mit einem niedrigen individuellen Interesse ist die Instruktionsqualität von besonderer prädikativer Bedeutung,

für Lernende mit einem hohen individuellen Interesse ist eben dieses Interesse der bedeutsamste Prädiktor, gefolgt von der Instruktionsqualität. Für das Autonomieerleben wird nur der Prädiktor Instruktionsqualität signifikant. Die Vorbereitung im Unterricht sowie der Einblick in Forschung sind dagegen die signifikanten Einflussvariablen für das Gefühl der sozialen Eingebundenheit.

8.4 BETRACHTUNG DES GESAMTMODELLS

Als abschließender Schritt der Analyse erfolgt in diesem Abschnitt eine Betrachtung des Gesamtmodells (Abb. 8.16). Mit Blick auf die abhängigen Variablen als Kriteriumsvariablen werden die unabhängigen Bedingungsvariablen gemeinsam mit den „basic needs“ als Prozessvariablen als Prädiktoren des aktualisierten Interesses untersucht. Zunächst werden die Ergebnisse für die Gesamtstichprobe dargestellt, bevor dann auf Unterschiede zwischen Lernenden mit einem hohen vs. einem niedrigen individuellen Interesse eingegangen wird.

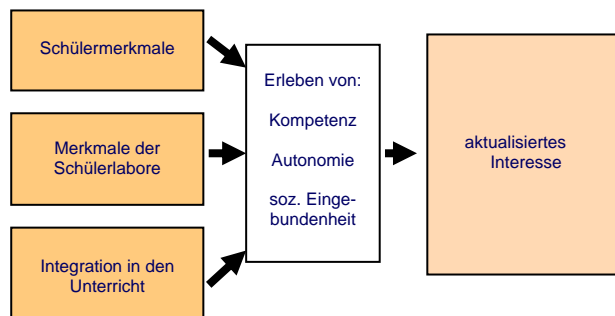


Abbildung 8.16: Gesamtmodell des Zusammenhangs zwischen unabhängigen Variablen, „basic needs“ und dem aktualisierten Interesse als abhängige Variablen

8.4.1 Zusammenhänge zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen

Experimentieren. Für das aktualisierte Interesse an den Experimenten führt die schrittweise Regressionsanalyse zu einem Modell, das mit 38,4 % einen beachtlichen Teil der Varianz aufklärt. Die signifikanten Prädiktoren sind in Tabelle 8.37 dargestellt.

Tabelle 8.37: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse an den Experimenten als Kriteriumsvariable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Individuelles Interesse	,260	,068	,288	3,807***
Kompetenzerleben	,211	,080	,222	2,646**
Instruktionsqualität	,217	,077	,230	2,832**
Soz. Eingebundenheit	,204	,074	,207	2,743**
R _{kor.} ² = ,384; F (4,120) = 19,729; p= 0,000				

Vier Prädiktorvariablen werden mit vergleichbaren β -Werten signifikant. Den größten Erklärungsbeitrag leistet das vorhandene individuelle Interesse der Lernenden. Mit dem Kompetenzerleben und der sozialen Eingebundenheit werden zwei der drei „basic needs“ als Einflussvariablen auf das Interesse an den Experimenten signifikant. Mit der Instruktionsqualität hat auch ein Merkmal der Schülerlabore Prädiktorwirkung. Ausgeschlossen aufgrund mangelnder Signifikanz wurden die Variablen Selbstkonzept, Autonomieerleben, Vorbereitung im Unterricht sowie Einblick in Forschung.

Kontexte. Für das aktualisierte Interesse an Kontexten können in einer Regressionsanalyse mit allen Variablen ebenfalls mehr als 30 % der Varianz aufgeklärt werden (Tab. 8.38). Die signifikant werdenden Variablen unterscheiden sich jedoch von denen der Analyse zum Interesse am Experimentieren. Von größter Prädiktorwirkung ist der Faktor soziale Eingebundenheit, gefolgt von den beiden gleich bedeutenden Variablen individuelles Interesse sowie Einblick in Forschung. Wie bereits bei den Einzelanalysen dargestellt, sind sowohl die Instruktionsqualität als auch das Kompetenzerleben lediglich für das Interesse am Experimentieren, also der eigenen Tätigkeit der Schüler relevant. Für das Interesse an Kontexten als einem nicht handlungsorientierten Interesse spielen diese Faktoren dagegen offensichtlich keine Rolle. Stattdessen zeigt sich der signifikante Einfluss des Forschungseinblicks.

Tabelle 8.38: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden an Kontexten als Kriteriumsvariable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Soz. Eingebundenheit	,327	,088	,297	3,716***
Individuelles Interesse	,270	,078	,267	3,450**
Einblick Forschung	,278	,083	,266	3,339**
$R_{\text{kor.}}^2 = ,322; F(3,120) = 20,004; p = 0,000$				

Authentische Lernumgebung. Wie bereits bei den Einzelanalysen kann auch im Gesamtmodell für das aktualisierte Interesse an einer authentischen Lernumgebung die geringste Varianzaufklärung festgestellt werden (Tab. 8.39). Nur der Einblick in Forschung wird als Prädiktor signifikant und klärt alleine immerhin 14 % der Varianz dieser abhängigen Variable auf.

Tabelle 8.39: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden an der authentischen Lernumgebung als Kriteriumsvariable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Einblick Forschung	,384	,123	,395	3,126**
$R_{\text{kor.}}^2 = ,140; F(1,120) = 9,772; p = 0,003$				

8.4.2 Zusammenhang mit dem individuellen Interesse

Auch bei der Betrachtung des Gesamtmodells sollen die Daten von Lernenden mit einem hohen bzw. niedrigen individuellen Interesse getrennt hinsichtlich der signifikanten Prädiktoren für die abhängigen Variablen analysiert werden.

Experimente. Für Lernende mit einem bereits hohen individuellen Interesse wird das Kompetenzerleben als einziger Prädiktor signifikant (Tab. 8.40), während für die Teilstichprobe mit einem niedrigen individuellen Interesse (Tab. 8.41) neben dem Kompetenzerleben auch die Instruktionsqualität signifikant wird und den größten β -Wert aufweist. Für Schüler mit einem niedrigen individuellen Interesse ist damit auch in der Gesamtbetrachtung unter Einbezug aller möglichen Prädiktoren die Unterstützung und Instruktion im Schülerlabor von größtem Einfluss hinsichtlich ihres aktualisierten Interesses an den Experimenten. Beide Prädiktoren klären gemeinsam 25,7% der Varianz. Das individuelle Interesse der Schüler verliert in dieser Analyse seine Bedeutung als signifikanter Prädiktor. Es ist anzunehmen, dass die nur noch geringe Varianz dieses Faktors bei einer Teilung der Stichprobe nach eben diesem Kriterium für dieses Ergebnis verantwortlich ist. Auf eine Darstellung für das Interesse an Kontexten und an der authentischen Lernumgebung wird verzichtet, da sich gegenüber der Gesamtstichprobe keine signifikanten Änderungen ergeben.

Tabelle 8.40 Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden mit einem hohen individuellen Interesse an Experimenten als Kriteriumsvariable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Kompetenzerleben	,367	,130	,399	2,822**
$R_{\text{kor.}}^2 = ,139$; $F(1,43) = 7,964$; $p = 0,007$				

Tabelle 8.41: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden mit einem niedrigen individuellen Interesse an Experimenten als Kriteriumsvariable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Instruktionsqualität	,293	,101	,342	2,912**
Kompetenzerleben	,229	,106	,255	2,166*
$R_{\text{kor.}}^2 = ,257$; $F(2,76) = 14,141$; $p = 0,000$				

8.4.3 Mediatoreffekte

In dem in dieser Studie untersuchten Modell (vgl. Abb. 8.16, S. 161) sind die „basic needs“ einerseits beeinflusst von den unabhängigen Variablen und in diesem Untersuchungskontext bilden sie demzufolge die abhängigen Variablen, andererseits stellen die „basic needs“ unabhängige Variablen dar hinsichtlich des aktualisierten Interesses an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung. In Regressionsanalysen des Gesamtmodells, in die beide Variablengruppen als unabhängige Variable eingehen, können Mediatoreffekte nicht ausgeschlossen werden. Deshalb sind insbesondere die „basic needs“ daraufhin zu überprüfen, ob sie als Mediatorvariablen fungieren und unabhängige Variablen aufgrund dessen nicht mehr bzw. nicht mehr in ihrer tatsächlichen Bedeutung als Prädiktoren für die abhängigen Variablen signifikant werden. Im Folgenden sind die Mediatoranalysen für mehrere unabhängige Variablen und mögliche Mediatorvariablen dargestellt. Die Analyse erfolgte für inhaltlich begründete Mediatorwirkungen und die ausführliche Darstellung beschränkt sich auf die bedeutsamen Mediatoreffekte.

8.4.3.1 Mediatoreffekte für den Zusammenhang zwischen dem individuellen Interesse und dem aktualisierten Interesse

Für das individuelle Interesse kann angenommen werden, dass es sich nicht nur in einer direkten Weise auf die Werte der abhängigen Interessensskalen auswirkt, sondern auch über andere unabhängige Variablen bzw. die „basic needs“ als Mediatorvariablen die abhängigen Variablen beeinflusst. Die untersuchten Zusammenhänge werden im Folgenden dargestellt (Tab. 8.42).

Tabelle 8.42: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts der Variable soziale Eingebundenheit

1. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch das individuelle Interesse

Aktualisiertes Interesse Exp. (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Individuelles Interesse	.391	.046	.434***	.186***

2. Vorhersage des Kompetenzerlebens durch das individuelle Interesse

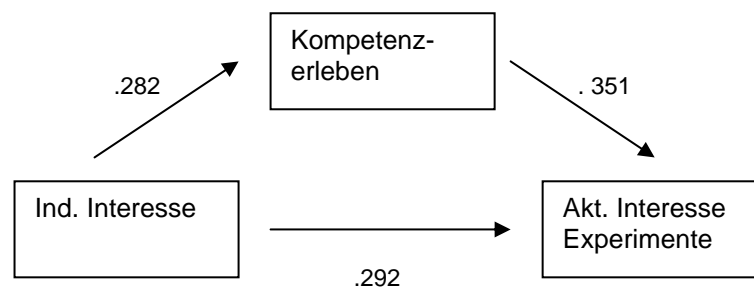
Kompetenzerleben (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Individuelles Interesse	.282	.051	.299***	.086***

3. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch das individuelle Interesse sowie durch das Kompetenzerleben

Aktualisiertes Interesse Exp. (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Individuelles Interesse	.292	.044	.324***	.307***
2.Schritt	Kompetenzerleben	.351	.047	.368***	

Es liegt ein partieller Mediatoreffekt vor, da das individuelle Interesse auch in dem gemeinsamen Regressionsmodell noch einen signifikanten Prädiktor darstellt.

Zur Prüfung auf Signifikanz kam wiederum der Sobel-Test zur Anwendung, der mit $p < 0,001$ signifikant wurde und das Kompetenzerleben als Mediatorvariable bestätigt. Der direkte Effekt des individuellen Interesses auf das aktualisierte Interesse ($b = .292$) ist jedoch etwa dreimal so groß wie der indirekte Effekt über das Kompetenzerleben ($b = .351 \times .282 = .099$). Der totale Regressionskoeffizient, der sich aus der Addition des direkten und des indirekten Effekts ergibt ($b = .292 + .099$), entspricht demjenigen Regressionskoeffizienten, den man erhält, wenn eine einfache Regression ohne Berücksichtigung der Mediatorvariable durchgeführt wird (vgl. 1. Schritt). Im vorliegenden Fall beträgt dieser totale Effekt des individuellen Interesses auf das aktualisierte Interesse an den Experimenten $b = .391$.



Ausgehend von diesem totalen Effekt des individuellen Interesses auf das aktualisierte Interesse sind demnach 74,6% als direkter Effekt zu bezeichnen, ca. 25% des Einflusses wird über das Kompetenzerleben als Mediatorvariable vermittelt.

8.4.3.2 Mediatoreffekte für den Zusammenhang zwischen der Integration (Vorbereitung) in den Unterricht und dem aktualisierten Interesse

Für die Vorbereitung im Unterricht sind in Kap. 8.3.4 signifikante Zusammenhänge mit dem aktualisierten Interesse der Lernenden an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung dargestellt. Bei einer Analyse des Modells mit allen unabhängigen Variablen (Schülermerkmale, Merkmale der Lernumgebung, Integration in den Unterricht) mittels einer schrittweisen Regression auf das aktualisierte Interesse der Schüler als abhängige Variablen wird der Faktor Vorbereitung im Unterricht als Prädiktor jedoch nicht mehr signifikant. Um festzustellen, ob Mediatoreffekte vorliegen, wurde wiederum nach der in Kap. 7.3.3.1 beschriebenen Methode von *Baron & Kenny*, (1986) drei Regressionsrechnungen zur Überprüfung berechnet (Tab.8.43): Die Regression der Vorbereitung im Unterricht auf das aktualisierte Interesse, die Regression der Vorbereitung im Unterricht auf den Einblick in Forschung sowie die Regression der Vorbereitung

im Unterricht und des Einblicks in Forschung auf das aktualisierte Interesse der Lernenden.

Tabelle 8.43: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts der Variable Einblick in Forschung

1. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch die Vorbereitung im Unterricht

Aktualisiertes Interesse (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.312	.058	.292***	.086***

2. Vorhersage der Variable Einblick in Forschung durch die Vorbereitung im Unterricht

Einblick in Forschung (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.375	.067	.385***	.144***

3. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch die Vorbereitung im Unterricht sowie den Einblick in Forschung.

Aktualisiertes Interesse (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.216	.073	.214**	.176***
2.Schritt	Einblick in Forschung	.309	.072	.311***	

Wie aus Tab. 8.43 ersichtlich, verringert sich die Prädiktorwirkung der Vorbereitung im Unterricht bei hinzunehmen des Mediators Einblick in Forschung. In diesem Modell mit zwei Prädiktoren reduziert sich der Zusammenhang jedoch ebenfalls nicht auf Null, wie es bei einer vollständigen Mediation zu erwarten wäre. Um die Signifikanz des partiellen Mediationseffekts zu prüfen, wurde der Sobel-Test gerechnet. Dieser ergab einen Testwert von $z = 3,405$ und damit eine Signifikanz von $p = ,000$.

Ein Mediatoreffekt zwischen diesen Variablen war nicht erwartet worden. Er deutet darauf hin, dass ein thematisches Vorwissen der Schüler aufgrund der Vorbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im Unterricht auch den wahrgenommenen Einblick in Forschung positiv beeinflusst.

Da die Vorbereitung im Unterricht auch signifikante Zusammenhänge mit zwei der „basic needs“, dem Kompetenzerleben und der sozialen Eingebundenheit, zeigt (vgl. Kap. 8.3.4), kommen bei einer Betrachtung des Gesamtmodells auch hier Mediatoreffekte zum Tragen, so dass die Vorbereitung im Unterricht selbst nicht mehr als Prädiktor signifikant wird, obwohl durch diese Variable alleine für das aktualisierte Interesse am Experimentieren 8,6 % der Varianz aufgeklärt werden.

Diese beiden zuletzt beschriebenen Mediatoreffekte wurden in der gleichen Weise überprüft und sind in den Tabellen 8.44 (für das Kompetenzerleben als Mediator) und 8.45 (für die soziale Eingebundenheit als Mediator) dargestellt.

Tabelle 8.44: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts der Variable Kompetenzerleben

1. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch die Vorbereitung im Unterricht

Aktualisiertes Interesse (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.312	.058	.292***	.086***

2. Vorhersage der Variable Kompetenzerleben durch die Vorbereitung im Unterricht

Kompetenzerleben (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.298	.062	.265***	.067***

3. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch die Vorbereitung im Unterricht sowie den Einblick in Forschung.

Aktualisiertes Interesse (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.195	.055	.182***	.242***
2.Schritt	Kompetenzerleben	.397	.049	.416***	

In der dritten Rechnung sinkt die Prädiktorwirkung der Variable Vorbereitung im Unterricht und weist auf die Mediatorwirkung der Variable Kompetenzerleben hin. Abgesichert wurde das Ergebnis durch eine Prüfung auf Signifikanz mit dem Sobel-Test. Dieser ergibt einen Wert von $z = 4,13$ mit einem $p < 0,001$.

Tabelle 8.45: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts der Variable soziale Eingebundenheit

1. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch die Vorbereitung im Unterricht

Aktualisiertes Interesse (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.312	.058	.292***	.086***

2. Vorhersage der Variable Soziale Eingebundenheit durch die Vorbereitung im Unterricht

Soziale Eingebundenheit (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.357	.058	.328***	.105***

3. Vorhersage des aktualisierten Interesses an Experimenten durch die Vorbereitung im Unterricht sowie die Soziale Eingebundenheit

Aktualisiertes Interesse (AV)		B	SE _B	β	R ²
1.Schritt	Vorbereitung im Unterricht	.202	.059	.188**	.170***
2.Schritt	Soziale Eingebundenheit	.312	.054	.317***	

Der auch hier zur Überprüfung der Signifikanz durchgeführte Sobel-Test wird mit einem Wert von $z = 4,21$ signifikant ($p = <0,001$).

Das Kompetenzerleben der Schüler sowie die soziale Eingebundenheit stellen demnach Mediatoren für den Einfluss der Vorbereitung im Unterricht auf das aktualisierte Interesse an den Experimenten dar. Wie aus den Regressionskoeffizienten ersichtlich liegt der Mediatoreffekt für beide überprüften Variablen in der gleichen Größenordnung. In Bezug auf jede einzelne Mediatorvariable belegen die Berechnungen zwei Drittel des totalen Effekts der Vorbereitung im Unterricht als direkten Effekt, jeweils ein Drittel wird als indirekter Effekt über die Mediatorvariable vermittelt. Bei drei identifizierten Mediatorvariablen geht dann im Gesamtmodell die Vorbereitung im Unterricht im Wesentlichen über diese Mediatorvariablen als Einflussgröße ein, wird selbst als Prädiktor für das aktualisierte Interesse der Lernenden an den Experimenten jedoch nicht mehr signifikant.

8.4.3.3 Weitere Mediatoreffekte für das individuelle Interesse

An dieser Stelle werden die wesentlichen Ergebnisse weiterer Mediatoranalysen wiedergegeben. Für die abhängige Variable Interesse an Kontexten beträgt der direkte Einfluss des individuellen Interesses 83 % und lediglich 17 % werden über das Kompetenzerleben als Mediatorvariable vermittelt.

Soziale Eingebundenheit. Die soziale Eingebundenheit als Mediatorvariable zwischen dem individuellen Interesse und den abhängigen Variablen hat einen indirekten Effekt von 14 % hinsichtlich des aktualisierten Interesses an den Experimenten und 20% in Bezug auf das Interesse an Kontexten. Auch hier zeigt sich also, dass der direkte Einfluss des individuellen Interesses bei weitem überwiegt.

Einblick in Forschung. Auch für die unabhängige Variable Einblick in Forschung wurde überprüft, ob sie eine Mediatorvariable im Gesamtmodell darstellt, d. h. ob das individuelle Interesse die Wahrnehmung und Einschätzung dieser Variable beeinflusst und indirekte Effekte im Hinblick auf die abhängigen Variablen auftreten. Eine Mediatoranalyse ergab, dass hinsichtlich des aktualisierten Interesses an den Experimenten 87 % des Effekts einen direkten Effekt des individuellen Interesses darstellen und mit Blick auf das aktualisierte Interesse an Kontexten 82 % des Effekts als direkter Effekt des individuellen

Interesses zu bezeichnen und die übrigen 18% über die Mediatorvariable Einblick in Forschung vermittelt sind.

8.4.3.4 Mediatoreffekte für den Zusammenhang zwischen der Instruktionsqualität und dem aktualisierten Interesse

Instruktionsqualität. Die unabhängige Variable Instruktionsqualität wirkt zu 63% direkt auf das Interesse an den Experimenten. 36 % des Effekts ist ein indirekter Einfluss über die Mediatorvariable Kompetenzerleben. Für die beiden weiteren „basic needs“ zeigen sich keine Mediatoreffekte.

8.5 MOLEKULARBIOLOGIE IM SCHÜLERLABOR

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten das Interesse der Schüler an den Bedingungen der Schülerlabore auf einer allgemeinen Ebene entsprechend dem themenübergreifend entwickelten Fragebogen analysiert wurde, geht es im folgenden Kapitel konkret um die Inhalte und thematischen Schwerpunkte der Experimente bzw. des Schülerlaboraufenthalts.

Dazu ist eine Interessensteigerung bzw. ein subjektiv empfundener Wissenserwerb im Hinblick auf verschiedene Aspekte der Molekularbiologie in der Follow-up-Befragung erhoben worden. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse entsprechen daher nicht dem unmittelbaren Eindruck der Schüler im Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor sondern sind unter Berücksichtigung des Zeitpunktes der Erhebung (10-12 Wochen nach dem Aufenthalt) bereits als mittelfristige Wirkung zu betrachten. Für die folgenden Fragestellungen wurden die Daten von 190 Schülern ausgewertet, die an beiden Befragungen teilgenommen haben.

In Kapitel 7.4.1.6 sind die Items sowie die Skalen beschrieben worden, die sich aus der explorativen Faktorenanalyse getrennt für die Items zum epistemischen Interesse bzw. zum Wissenserwerb ergeben haben und die alle sinnvoll inhaltlich interpretiert werden konnten (vgl. auch Anhänge A; Anhang 33). In die folgenden Analysen gehen die drei Skalen zum Interesse sowie die vier Skalen zum subjektiven Wissenserwerb ein.

8.5.1 Zusammenhang zwischen Wissenszuwachs und Interessenzuwachs

Zunächst wird jedoch auf den Zusammenhang zwischen den Items zum Wissenserwerb sowie zum Interesse an Molekularbiologie eingegangen. In einer hierarchischen Cluste-

ranalyse kann der Zusammenhang zwischen allen Items zum subjektiv empfundenen Wissenszuwachs sowie zur Interessensteigerung an molekularbiologischen Aspekten aufgedeckt werden.

Als Dendrogramm dargestellt (Anhänge A; Anhang 35) wird eine Aufteilung der Wissens-Items in einen größeren und einen kleineren Itempool sichtbar sowie die fast vollständige Trennung der Interessen- von den Wissens-Items. Es wurde daneben in einer gemeinsamen Faktorenanalyse aller Items zum Wissen und zum Interesse untersucht, ob die für den subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb sowie das epistemische Interesse gleichartig formulierten Items in der gemeinsamen Analyse ähnlichen Komponenten zugeordnet werden wie in den für Interesse und Wissen getrennt durchgeführten Faktorenanalysen (Kap. 7.4.1.6), die die Grundlage der Skalen bilden.

Diese Faktorenanalyse aller Items zur Molekularbiologie bestätigt das Ergebnis der Clusteranalyse, indem die ersten vier Komponenten, die 50 % der Varianz aufklären, keinerlei Überschneidung zwischen den Items zum Wissen und zum Interesse aufweisen (Anhänge A; Anhang 36). Auch die weiteren Faktoren zeigen lediglich zwei Aspekte, für die Items zum Interesse und zum Wissen auf dem gleichen Faktor laden. Dabei handelt es sich um Items zu den durchgeführten Experimenten (Restriktionsenzyme, genetischer Fingerabdruck). Items zum subjektiven Wissenserwerb im Schülerlabor an bestimmten Aspekten der Molekularbiologie zeigen sich damit als Faktor weitgehend unabhängig von Items zum epistemischen Interesse an eben diesen Aspekten durch den Aufenthalt im Schülerlabor.

8.5.2 Interessenzuwachs im Bereich Molekularbiologie

In diesem Abschnitt wird auf den Interessenzuwachs, der durch den Aufenthalt im Schülerlabor bedingt ist, eingegangen, d. h. das bekundete epistemische Interesse der Lernenden an verschiedenen Themen der Molekularbiologie.

Es soll hypothesengenerierend die Forschungsfrage untersucht werden, ob Schüler auch im Schülerlabor differenzierte Ausprägungsgrade ihres Interesses für verschiedene Aspekte der Molekularbiologie zeigen.

Für die drei Faktoren, die sich nach der Faktorenanalyse der Interessen-Items inhaltlich gut interpretieren lassen als 1. Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie, 2. Interesse an den durchgeführten Experimenten und 3. Interesse an Laborarbeit und wissenschaftlichem Arbeiten (vgl. 7.4.1.6), zeigen sich nur geringe Unterschiede in den Medianwerten bzw. Mittelwerten der Skalen. Sie sind in Tab. 8.46 sowie als boxplots in Abb. 8.17 dargestellt.

Tabelle 8.46: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie. Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Skalenwerte (Skala 1-4).

	N	M	SD
Interesse Molekularbiologie allgemein	187	2,49	,723
Interesse Experimente	185	2,39	,691
Interesse Laborarbeit und wiss. Arbeiten	190	2,42	,881

Mit Werten zwischen 2,3 und 2,5 liegen die Medianwerte genau im mittleren Bereich der von 1-4 reichenden Skala.

Die mittleren 50 % der Skalenwerte (25-75 Perzentile), gekennzeichnet durch die box-plots, sind für alle drei Skalen deckungsgleich und befinden sich im Bereich der Skalenmittelwerte von 2 bis 3. Alle drei Skalen weisen die größtmögliche Streuung der Mittelwerte (Bereich von 1,0-4,0) auf.

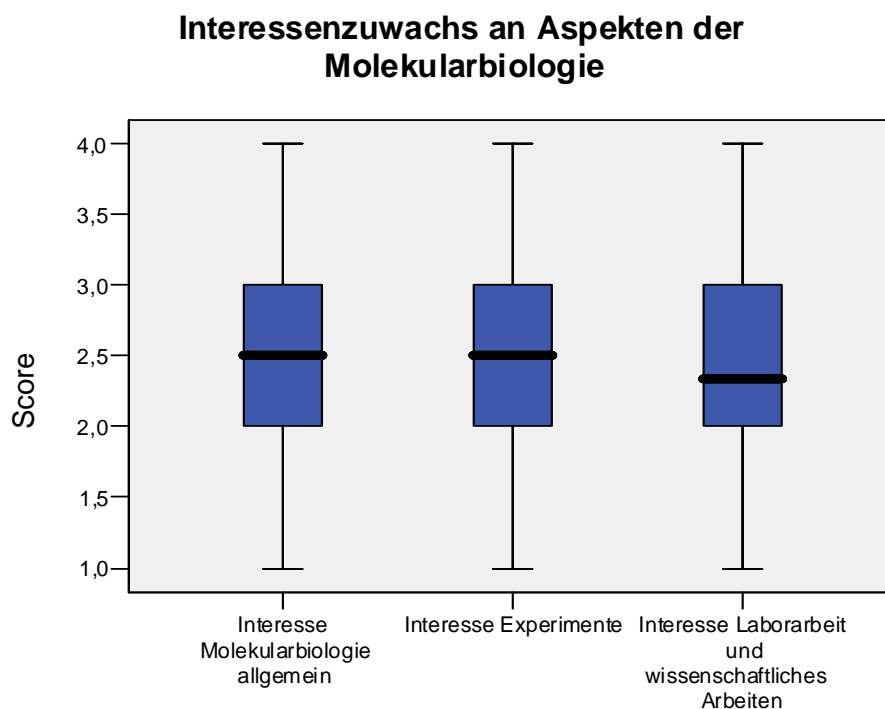


Abbildung 8.17: Interessenzuwachs (epistemisches Interesse) an Aspekten der Molekularbiologie (Box: 25-75 Perzentil, Balken: Median).

In der Gesamtbetrachtung zeigen die Schüler damit keine Unterschiede in ihrem epistemischen Interesse an den verschiedenen Bereichen der Molekularbiologie und bekunden einen Zuwachs an Interesse in einem mittleren Wertebereich für die drei Skalen.

8.5.3 Subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse sind dabei vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Wissensvermittlung im Schülerlabor keineswegs als eigenes Ziel formuliert ist und eher indirekt erfolgt. Hypothesengenerierend soll deshalb die Forschungsfrage untersucht werden, für welche Aspekte der Molekularbiologie die Lernenden einen subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachs zeigen.

Für den subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb zeigen die Schüler in ihrer Gesamtheit unterschiedliche Ergebnisse für die vier entsprechenden Skalen. Damit unterscheiden sich die Ergebnisse hinsichtlich des Wissenserwerbs auch deutlich von denen des epistemischen Interesses.

Das differenziertere Bild ergibt sich für die vier beschriebenen Skalen zum subjektiv bekundeten Wissenserwerb der Schüler und ist in Abb. 8.18 dargestellt. Mit einem Skalenmittelwert von 3,05 nehmen die Lernenden den größten subjektiven Wissenszuwachs erwartungsgemäß auf dem Gebiet der durchgeführten Experimente wahr (Tab. 8.47).

Tabelle 8.47: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie. Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) der Skalenwerte (Skala 1-4).

	N	M	SD
Wissen Molekularbiologie allgemein	186	2,25	,680
Wissen Experimente	190	3,05	,714
Wissen Laborarbeit und wiss. Arbeiten	188	2,60	,620
Wissen Grundlagen Molekularbiologie	185	2,36	,725

Der Wissenserwerb im Bereich der Laborarbeit und der wissenschaftlichen Arbeit zeigt einen mittleren Skalenwert von $M = 2,60$ ($SD = ,620$). Die Skala, die sich auf allgemeine und vielfältige Aspekte der Molekularbiologie bezieht, weist die niedrigsten Werte ($M = 2,25$; $SD = ,680$) auf. Nur wenig höher liegen die Werte für die Skala zum molekularbiologischen Grundlagenwissen. Die befragten Schüler zeigen damit einen subjektiv empfundenen Wissenserwerb ganz deutlich nur für die Aspekte, die im Schülerlabor als Experiment thematisiert wurden. Sowohl für übergreifende und allgemeine Themenbereiche als auch für molekularbiologisches Grundlagenwissen liegen die Skalenmittelwerte deutlich niedriger.

subjektiver Wissenserwerb Molekularbiologie

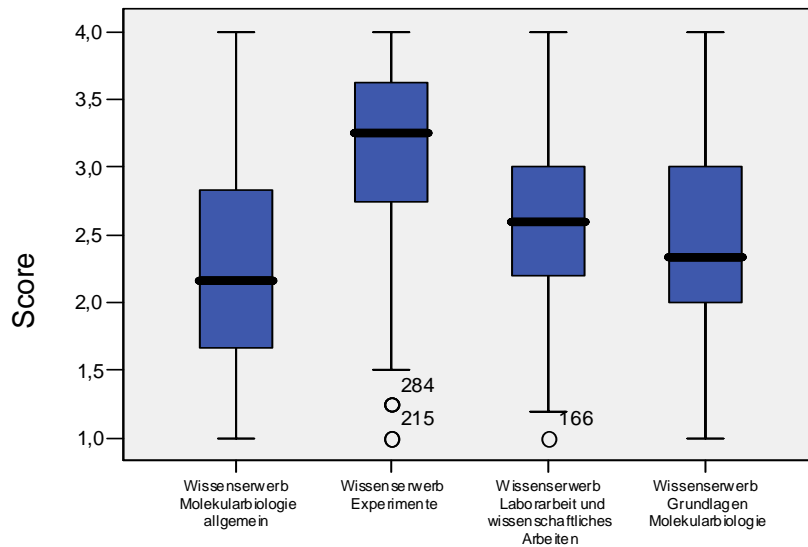


Abbildung 8.18: subjektiver Wissenszuwachs für versch. Aspekte der Molekularbiologie (Box 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median).

8.5.4 Zusammenhang zwischen den Skalen zum Interesse und Wissen an Aspekten der Molekularbiologie

Nach der Beschreibung der Ergebnisse zu den einzelnen Skalen soll in diesem Abschnitt der Zusammenhang zwischen Interesse und Wissen auf der Ebene dieser Skalen dargestellt werden.

In Tab. 8.48 (folgende Seite) sind die Korrelationen (Spearman r_s) dargestellt. Alle Skalen korrelieren signifikant miteinander in einem niedrigen bis mittleren Bereich. Die höchsten Korrelationen zeigen dabei die Skalen zum Interessenzuwachs untereinander, die sich mit Werten (Spearman r_s), zwischen 0,537 und 0,632 alle dem Bereich einer mittleren Korrelation zuordnen lassen.

Der Zusammenhang zwischen dem Interessenzuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie sowie dem subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb in diesem Bereich ist in Abbildung 8.19 als Streudiagramm dargestellt. Die eingezeichnete Anpassungslinie weist darauf hin, dass der stärkste Zusammenhang im Bereich der jeweils unteren Skalenwerte besteht.

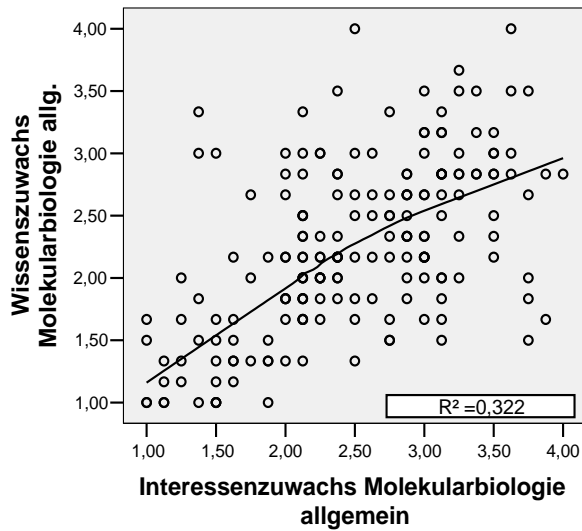


Abbildung 8.19: Darstellung des Zusammenhangs zwischen subjektivem Wissenserwerb sowie Interessenzuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie. Eingezeichnet ist die Anpassungslinie (Loess).

Tabelle 8.48: Korrelationen (Spearman r_s) für die Skalen zum Interessenzuwachs und dem subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb.

Korrelationen Spearman r_s / Signifikanz 2-seitig	Wiss.Mol. allgemein	Wiss. Experi- mente	Wiss. Laborar- beit	Wiss. Grundla- gen	Int. Mol. allgemein	Int. Expe- rimente	Int. Labor- arbeit
Wissen Molekularbio- logie allgemein	1,000	,368 ,000	,387 ,000	,558 ,000	,560 ,000	,302 ,000	,381 ,000
Wissen Experimente		1,000	,448 ,000	,472 ,000	,334 ,000	,420 ,000	,271 ,000
Wissen Laborarbeit und wiss. Arbeiten			1,000	,446 ,000	,315 ,000	,258 ,000	,399 ,000
Wissen Grundlagen Molekularbiologie				1,000	,372 ,000	,416 ,000	,397 ,000
Interesse Molekularbio- logie allgemein					1,000	,573 ,000	,632 ,000
Interesse Experimente						1,000	,537 ,000
Interesse Laborarbeit und wiss. Arbeiten							1,000

8.5.5 Zusammenhänge zwischen Interessenzuwachs sowie Wissenserwerb und den unabhängigen Variablen

Ähnlich den Analysen zum Zusammenhang zwischen dem aktualisierten Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore mit den unabhängigen Variablen bzw. den „basic needs“ sollen in einer explorativen Forschungsfrage diese Zusammenhänge auch für das epistemische Interesse sowie den subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb hinsichtlich der Molekularbiologie untersucht werden. Weitere Analysen geben Aufschluss über Unterschiede hinsichtlich des subjektiven Wissenszuwachses sowie einer Interessensteigerung für verschiedene Teilgruppen der Stichprobe. Im Folgenden werden zunächst die Zusammenhänge für Interessenzuwachs und Wissenserwerb mit den unabhängigen Variablen dargestellt. Da keine der Skalen eine Normalverteilung aufweist (Kolmogorov-Smirnov-Test zwischen $p=0,000$ und $p=0,005$) werden zur Prüfung auf signifikante Unterschiede parameterfreie Verfahren angewendet.

8.5.5.1 Gender-Effekte

Hinsichtlich einer **Interessensteigerung** zeigen weder die Mittelwerte noch die Mediane der Skalen deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern (Tab. 8.49).

Beide Tests auf Gruppenunterschiede (Mann-Whitney-U-Test und Kolmogorov-Smirnov-Test) werden für keine der Skalen signifikant. Schülerinnen und Schüler zeigen demnach einen ähnlichen Zuwachs an Interessen hinsichtlich der verschiedenen Aspekte der Molekularbiologie.

Tabelle 8.49: Gender-Effekte hinsichtlich der Interessenskalen (epistemisches Interesse) zur Molekularbiologie (Skala 1-4)

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung
Interesse Molekularbiologie allgemein	männlich	56	2,4531	0,65304
	weiblich	131	2,5057	0,75318
Interesse Experimente	männlich	55	2,3303	0,64827
	weiblich	130	2,4179	0,71022
Interesse Laborarbeit und wiss. Arbeiten	männlich	55	2,5091	0,83851
	weiblich	135	2,3975	0,89914

Für den subjektiven Wissenserwerb zeigt die Darstellung der Boxplots (Abb. 8.20) ebenfalls keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Die Prüfung auf Signifikanz in einem Mann-Whitney-U-Test ergibt mit einem $p=,168$ für einen Wissenszuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie, einem $p=,563$ für einen Wissenszuwachs die Laborarbeit betreffend und einem $p=,486$ für einen subjektiven Wissenserwerb im Bereich des molekularbiologischen Grundlagenwissens keine signifikanten Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern. Lediglich für den Wissenserwerb an den thematischen Inhalten der Experimente im Schülerlabor zeigt sich mit einem $p=,067$ eine signifikante Tendenz in der Weise, dass Mädchen einen höheren subjektiven Wissenserwerb bekunden.

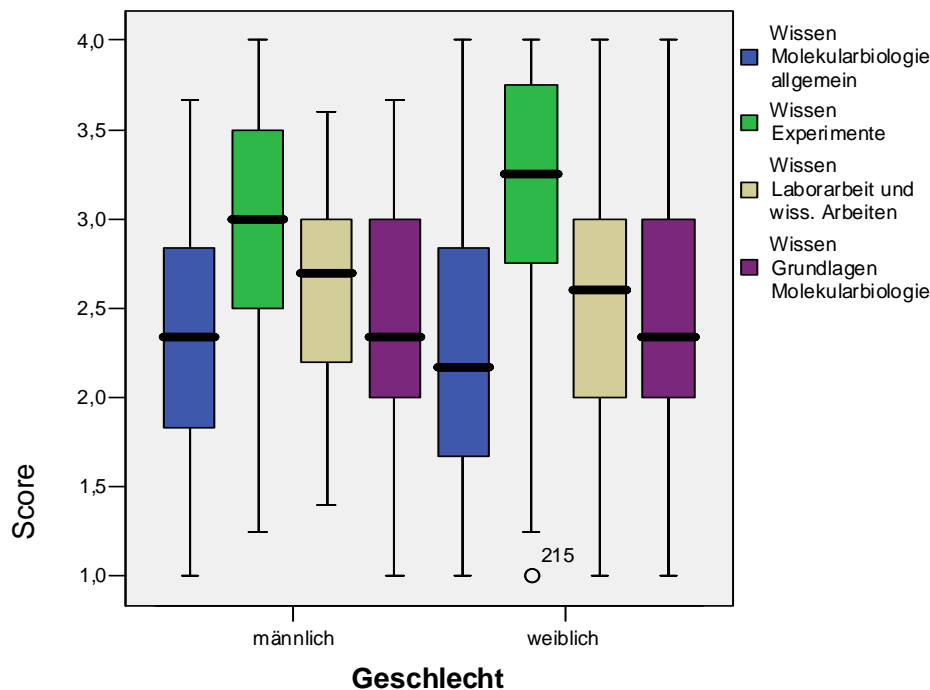


Abbildung 8.20: Gender-Effekte hinsichtlich der vier Skalen zum subjektiven Wissenserwerb

In Tabelle 8.50 sind die Mittelwerte der Skalen für beide Geschlechter dargestellt.

Tabelle 8.50 Gender-Effekte hinsichtlich des subjektiven Wissenserwerbs an Aspekten der Molekularbiologie ; Skala 1 - 4.

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Mann-Whitney-U-Test
Wissen Molekularbiologie allgemein	männlich	55	2,3545	,671	p=,168
	weiblich	131	2,2061	,681	
Wissen Experimente	männlich	55	2,9182	,726	p=,067
	weiblich	135	3,1130	,703	
Wissen Laborarbeit und wiss. Arbeiten	männlich	54	2,6556	,521	p=,563
	weiblich	134	2,5896	,657	
Wissen Grundlagen Molekularbiologie	männlich	56	2,3988	,640	p=,486
	weiblich	129	2,3540	,761	

8.5.5.2 Individuelles Interesse

Ebenso wie für die allgemeinen Aspekte des Aufenthalts im Schülerlabor soll für das epistemische Interesse an Molekularbiologie sowie den entsprechenden subjektiven Wissenserwerb in diesen Bereichen ein Zusammenhang mit dem individuellen Interesse der Lernenden an den Naturwissenschaften analysiert werden

Für einen Vergleich zweier Teilstichproben mit einem unterschiedlich ausgeprägten individuellen Interesse an Naturwissenschaften hinsichtlich ihres **Interessenzuwachses** an den drei molekularbiologischen Themenfeldern wurde ein Mediansplit vorgenommen. In Abbildung 8.21 ist das Ergebnis dieser Analyse in Form von Boxplots dargestellt.

Die Darstellung der Boxplots zeigt zunächst die Unterschiede zwischen den beiden verglichenen Gruppen. Deutlich wird an der Länge der boxplots, dass die mittleren 50 % der Teilstichproben (Perzentile von 25-75) bei den Befragten mit hohem individuellem Interesse eine breitere Streuung der Skalenmittelwerte zeigen. Während für die Schüler mit niedrigem Interesse keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Medianen der drei Skalen zum Interesse an Molekularbiologie erkennbar sind, liegt der Medianwert für Lernende mit hohem individuellen Interesse für das Interesse an den allgemeinen und übergreifenden Aspekten der Molekularbiologie deutlich höher als für das Interesse an den durchgeführten Experimenten und Laborarbeit.

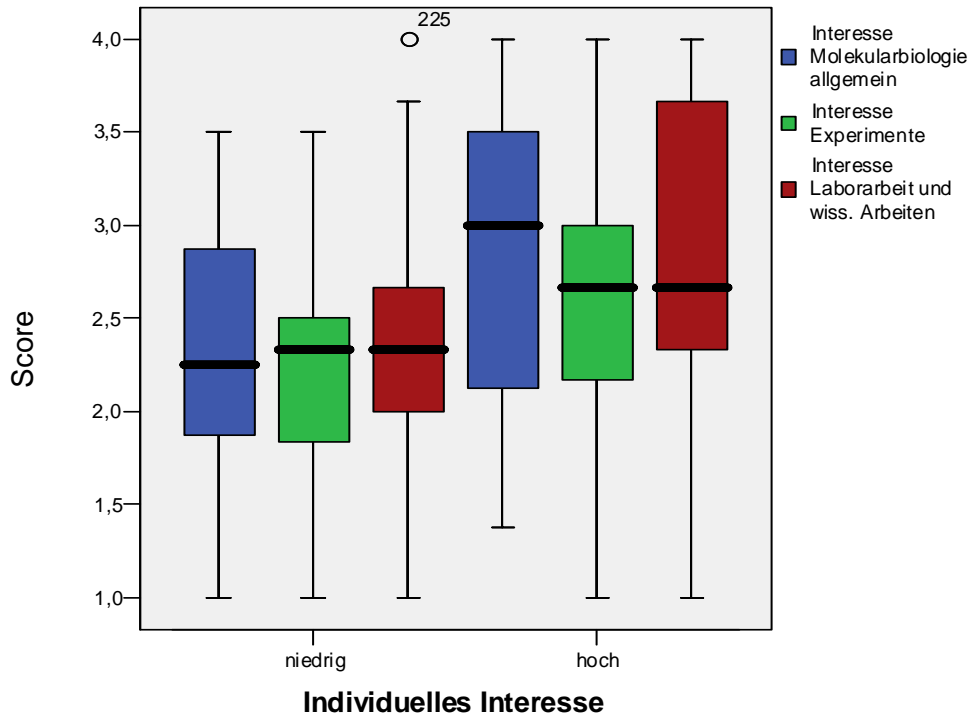


Abbildung 8.21: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie dargestellt für Lernende mit hohem vs. niedrigem individuellem Interesse (Mediansplit).

Für Schüler mit einem bereits hohen Interesse geht ihr Interessenzuwachs damit über die unmittelbaren Inhalte der im Schülerlabor durchgeführten Experimente hinaus und erstreckt sich auf das gesamte Themengebiet Molekularbiologie. Lernende mit einem lediglich niedrigen vorhandenen Interesse weisen für beide Skalen insgesamt niedrigere und darüber hinaus fast gleiche Medianwerte auf. Lediglich die Streuung der Werte für das obere Quartil des boxplots weist für die Skala zu den allgemeinen Aspekten auf eine gegenüber dem Interessenzuwachs an den Inhalten der Experimente größere Varianz hin.

Die beschriebenen Gruppenunterschiede zeigen folgende Ergebnisse hinsichtlich der Prüfung auf Signifikanz:

Der durchgeführte Mann-Whitney-U-Test weist für die Gruppenunterschiede zum Interessenzuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie (Tab. 8.51) eine zweiseitig getestete Signifikanz mit einem Wert von $p = ,012$ aus, für die Skala zum Interessenzuwachs bezüglich der durchgeführten Experimente von $p = ,051$ und für die Skala zum gesteigerten Interesse an Laborarbeit von $p = ,016$. Damit ist lediglich der Unterschied hinsichtlich eines gesteigerten Interesses an den durchgeführten Experimenten für Lernende mit unterschiedlichen Graden an individuellem Interesse gerade nicht mehr auf dem 5%- Niveau signifikant. Schüler mit einem niedrigen individuellen Interesse zeigen demnach kein signifikant unterschiedliches epistemisches Interesse an den durchgeführten Experimenten im Vergleich mit Schülern mit einem hohen individuellen Interesse.

Tabelle 8.51: Epistemisches Interesse an Aspekten der Molekularbiologie dargestellt für Lernende mit einem hohen vs. einem niedrigen individuellen Interesse; Skala 1 – 4 (Mann-Whitney-Test auf Signifikanz). n=184

	Individuelles Interesse	Standardabweichung	Mittelwert	Mann-Whitney-Test p
Interesse Molekularbiologie allgemein	niedrig	2,3045	,64225	p=,012
	hoch	2,7742	,83816	
Interesse Experimente	niedrig	2,2253	,65968	p=,051
	hoch	2,5417	,70329	
Interesse Laborarbeit und wiss. Arbeiten	niedrig	2,2738	,79164	p=, 016
	hoch	2,7742	,90834	

Korrelationsanalysen zeigen für alle Skalen geringe, aber signifikante Zusammenhänge zum individuellen Interesse der Lernenden. Für das Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie beträgt Spearmans Rho $r_s = ,252$ ($p = ,003$) für das Interesse an den Experimenten $r_s = ,263$ ($p = ,002$) und für das Interesse an Laborarbeit und wiss. Arbeiten $r_s = ,258$ ($p = ,002$).

Im Folgenden werden die Ergebnisse zum subjektiv wahrgenommenen **Wissenserwerb** für Lernende mit einem hohen vs. niedrigen individuellen Interesse dargestellt (Abb. 8.22 und Tabelle 8.52, übernächste Seite). Die Skalen weisen innerhalb der beiden Teilgruppen deutliche Unterschiede auf. Die Medianwerte für den Wissenserwerb zu den durchgeführten Experimenten sind am höchsten und erreichen auch für Lernende mit einem niedrigen individuellen Interesse mit einem Wert von 3,0 (bei Skala von 1-4) beachtliche Werte. Im Hinblick auf allgemeine Aspekte der Molekularbiologie bekunden diese Schüler dagegen den geringsten Wissenserwerb.

Der subjektiv empfundene Wissenszuwachs für die beiden Teilstichproben mit hohem vs. niedrigem Interesse unterscheidet sich hinsichtlich signifikanter Differenzen deutlich von den Ergebnissen zum Interessenzuwachs. Während beim Interessenzuwachs alle Aspekte (Ausnahme: Experimente lediglich tendenziell mit $p = ,051$) signifikante Unterschiede für wenig bzw. hoch interessierte Lernende aufweisen, sind die Unterschiede im wahrgenommenen Wissenserwerb für die Skalen „Experimente“ ($p = ,226$), „Laborarbeit“ ($p = ,120$) sowie „Grundlagenwissen Molekularbiologie“ ($p = ,175$) nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test). Wenig an Naturwissenschaften interessierte Schüler unterscheiden sich lediglich bei den Werten für die Skala „Molekularbiologie allgemein“ signifikant ($p = ,039$) von hoch interessierten Lernenden. Lernende mit einem bereits hohen individuellen Interesse scheinen den Aufenthalt im Schülerlabor, anders als wenig interessierte Lernende, als Gelegenheit wahrzunehmen, auch über den unmittelbaren Wis-

sensierbar zu den durchgeführten Experimenten hinaus ihr Wissen zu den allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie zu erweitern.

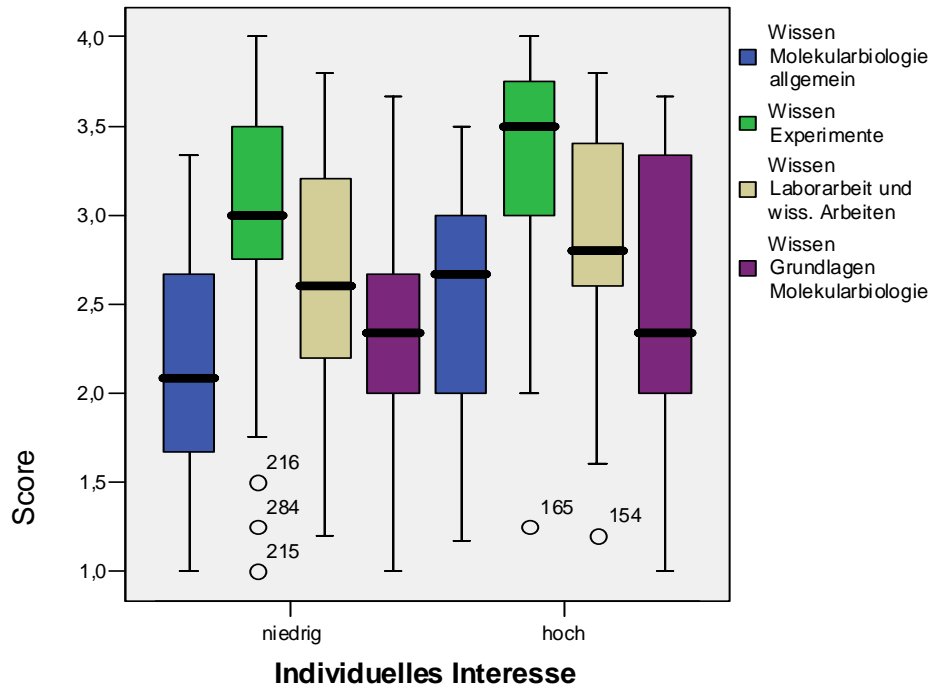


Abbildung 8.22: subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb hinsichtlich versch. Aspekte der Molekularbiologie (Box 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median)

Auch für den Zusammenhang zwischen individuellem Interesse der Schüler sowie dem subjektiv empfundenen Wissenserwerb bezüglich der vier Skalen wurden Korrelationsanalysen (Spearman's Rho r_s) durchgeführt. Weder für den Wissenszuwachs hinsichtlich der Experimente ($r_s = ,133$ ($p = ,121$)) noch hinsichtlich des molekularbiologischen Grundlagenwissens ($r_s = ,147$ ($p = ,091$)) bestehen signifikante Zusammenhänge zum individuellen Interesse der Lernenden. Für den Wissenszuwachs im Bereich der Laborarbeit und des wissenschaftlichen Arbeitens zeigen sich signifikante Korrelationen ($r_s = ,189$, $p = ,028$). Die deutlichsten Zusammenhänge zum individuellen Interesse ergeben sich jedoch auch in der Korrelationsanalyse zum Wissenszuwachs an den allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie und bestätigen damit die Analyse auf der Ebene der Teilstichproben ($r_s = ,206$ ($p = ,016$)).

Tabelle 8.52: Wissenserwerb Molekularbiologie: Unterschiede zwischen Lernenden mit einem hohen vs. einem niedrigen individuellen Interesse; Skala 1 - 4 (Mediansplit) Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz.

	Individuelles Interesse	Mittelwert	Standardabweichung	Mann-Whitney-U-Test p
Wissen Molekularbiologie allgemein	niedrig	2,1182	,60999	p=,039
	hoch	2,4194	,63227	
Wissen Experimente	niedrig	3,0773	,67164	p=,226
	hoch	3,2031	,74172	
Wissen Laborarbeit und wiss. Arbeiten	niedrig	2,5750	,60910	p=,120
	hoch	2,7667	,63045	
Wissen Grundlagen Molekularbiologie	niedrig	2,2606	,70766	p=,175
	hoch	2,5417	,70711	

In den Streudiagrammen werden für die Skala „Experimente“ noch einmal die Unterschiede hinsichtlich der Interessensteigerung und des Wissenserwerbs in Abhängigkeit vom vorhandenen individuellen Interesse deutlich (Abb.8.23). Zunächst weisen die großen Streubereiche darauf hin, dass zwischen den Variablen insgesamt keine deutlichen linearen Zusammenhänge bestehen. Insbesondere für die niedrigen Bereiche des individuellen Interesses zeigt sich jedoch tendenziell ein linearer Zusammenhang mit einer Interessensteigerung hinsichtlich der durchgeführten Experimente (Abb. 8.23a). Für Lernende mit mittlerem bis hohem individuellem Interesse verläuft die Anpassungslinie dann jedoch gerade, ein zunehmendes individuelles Interesse steht in diesem Bereich nicht mehr in Zusammenhang mit einem zunehmenden epistemischen Interesse an den durchgeführten Experimenten. Mit einem Skalenmittelwert um 2,5 zeigen diese Schüler eine mittlere Steigerung ihres Interesses.

Der subjektiv wahrgenommene Wissenszuwachs der Lernenden ist insgesamt hoch mit einem Mittelwert von 3,05 (Skala 1-4). Bereits die Streuung der Werte weist darauf hin, dass keine linearen Zusammenhänge zum individuellen Interesse der Schüler bestehen. Die Anpassungslinie zeigt einen eher geraden Verlauf und weist für alle Wertebereiche des individuellen Interesses, d. h. auch für die Gruppe der wenig interessierte Schüler im Mittel einen hohen Wissenszuwachs im oberen Bereich der Skala aus.

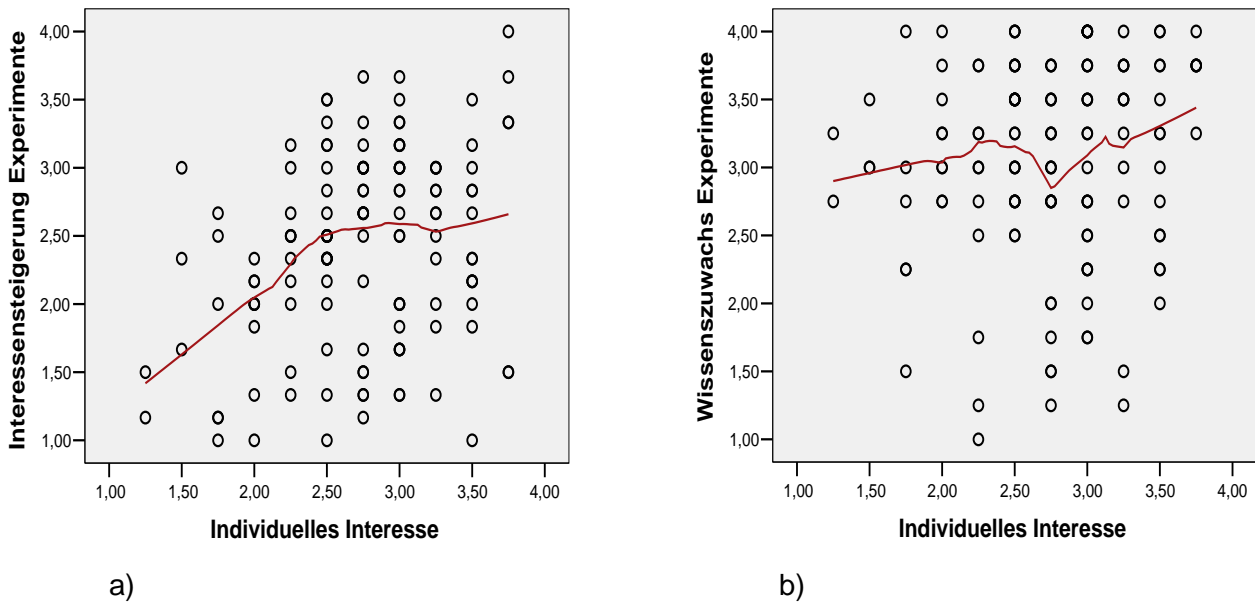


Abbildung 8.23: Streudiagramme zum Zusammenhang zwischen dem individuellen Interesse und dem Interessenzuwachs (a) bzw. Wissenszuwachs (b) an den im Schülerlabor durchgeführten Experimenten. Eingezeichnet ist eine Anpassungslinie (Methode Loess).

8.5.5.3 Unterrichtsbezug

Es kann erwartet werden, dass der Grad der Einbindung des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht gerade im Hinblick auf den thematischen Aspekt und die Inhalte der Experimente Wirkung zeigt. Im Folgenden werden die Ergebnisse sowohl für das epistemische Interesse als auch für den subjektiven Wissenszuwachs dargestellt.

Tabelle 8.53: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie bei niedrigem vs. hohem Unterrichtsbezug Skala 1-4. (Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz). n=185

	Unterrichtsbezug	Mittelwert	Standardabweichung	Mann-Whitney-U-Test
Interesse Molekularbiologie allgemein	niedrig	2,3179	,72491	p= ,059
	hoch	2,6105	,78037	
Interesse Experimente	niedrig	2,1889	,65674	p= ,005
	hoch	2,5275	,71170	
Interesse Laborarbeit und wiss. Arbeiten	niedrig	2,2101	,89817	p=,042
	hoch	2,5556	,91311	

Um diese Fragestellung zu untersuchen, wurde die Stichprobe in einem Mediansplit unterteilt in Lernende, die einen hohen Unterrichtsbezug, d. h. einen hohen Grad an Vorbereitung im Unterricht hinsichtlich ihres Aufenthalts im Schülerlabor bekunden sowie Lernende mit einem niedrigen Grad an Unterrichtsbezug ihres Aufenthalts.

Interessenzuwachs. Ein Vergleich der Skalenmittelwerte zeigt, dass der Median für den Interessenzuwachs der Lernenden mit einem geringen Unterrichtsbezug ihres Aufenthalts etwas unter, für die mit einem hohen Unterrichtsbezug etwas über einem theoretischen Mittelwert der Skala (2,5) liegt. Wie bereits bei den vorangegangenen Analysen zeigen sich nur geringe Unterschiede zwischen den drei Skalen des epistemischen Interesses (Abb. 8.24).

Der durchgeführte Mann-Whitney-U-Test auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Teilgruppen wird für den Interessenzuwachs an den Experimenten hochsignifikant ($p = ,005$) für das Interesse an Laborarbeit und wissenschaftlicher Arbeit signifikant ($p = ,042$) und für das Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie gerade nicht mehr signifikant ($p = ,059$) (Tab.8.53). Damit zeigt ein unterschiedlicher Grad an Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht den engsten Zusammenhang mit dem epistemischen Interesse an den durchgeführten Experimenten, der sich in den Werten der Spearman Korrelation r_s bestätigt. Die Vorbereitung im Unterricht korreliert mit dem epistemischen Interesse an den Experimenten am höchsten ($r_s = ,253$ ($p=,004$)), gefolgt von ähnlichen Korrelationen für das Interesse an Laborarbeit ($r_s= ,198$ ($p=,023$)) sowie dem epistemischen Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie ($r_s= ,194$ ($p=,026$)).

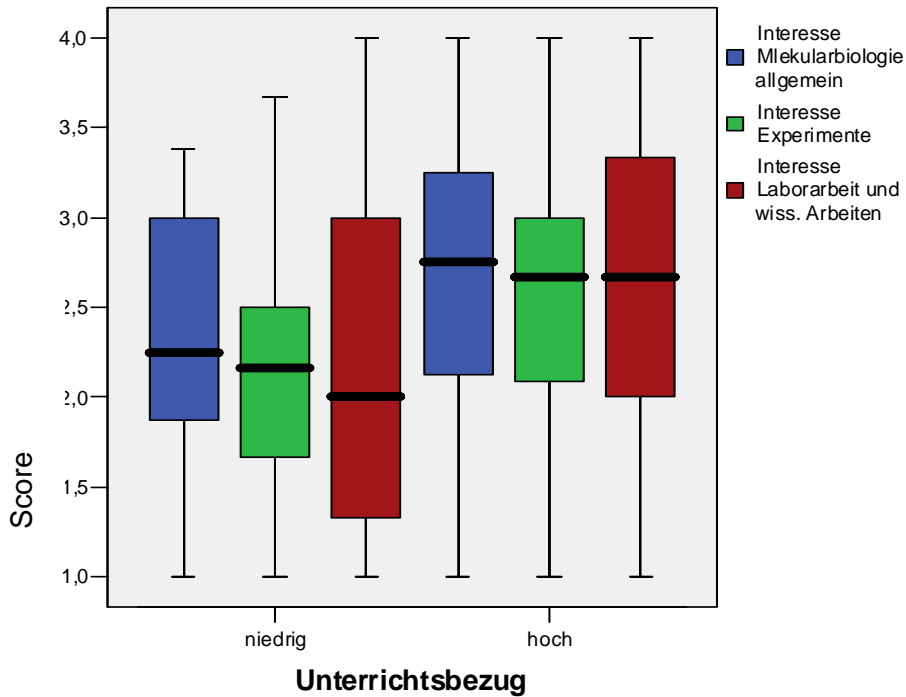


Abbildung 8.24: Interessenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie für Lernende mit einem hohen Grad an Vorbereitung im Unterricht vs. niedrigem Grad an Vorbereitung im Unterricht (Boxplot 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median).

Wissenszuwachs. Die Darstellung der boxplots für den subjektiven Wissenszuwachs bei niedrigem vs. hohem Unterrichtsbezug des Schülerlaboraufenthalts (Abb. 8.25) zeigt auch hier den bereits für die anderen unabhängigen Variablen dargestellten bedeutendsten Wissenszuwachs hinsichtlich der durchgeführten Experimente. Gleichzeitig werden die nur geringen Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich, die in einem Mann-Whitney-U-Test zur Prüfung auf Signifikanzen bestätigt werden (Tab. 8.54). Lediglich der subjektive Wissenserwerb hinsichtlich der Skala „Laborarbeit und wiss. Arbeiten ist für Lernende mit einem hohen Grad der Integration des Aufenthalts in den Unterricht signifikant höher ($p = ,018$). Alle anderen Skalen zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (Molekularbiologie allgemein $p = ,206$; Experimente, $p = ,324$; Grundlagenwissen Molekularbiologie, $p = ,134$).

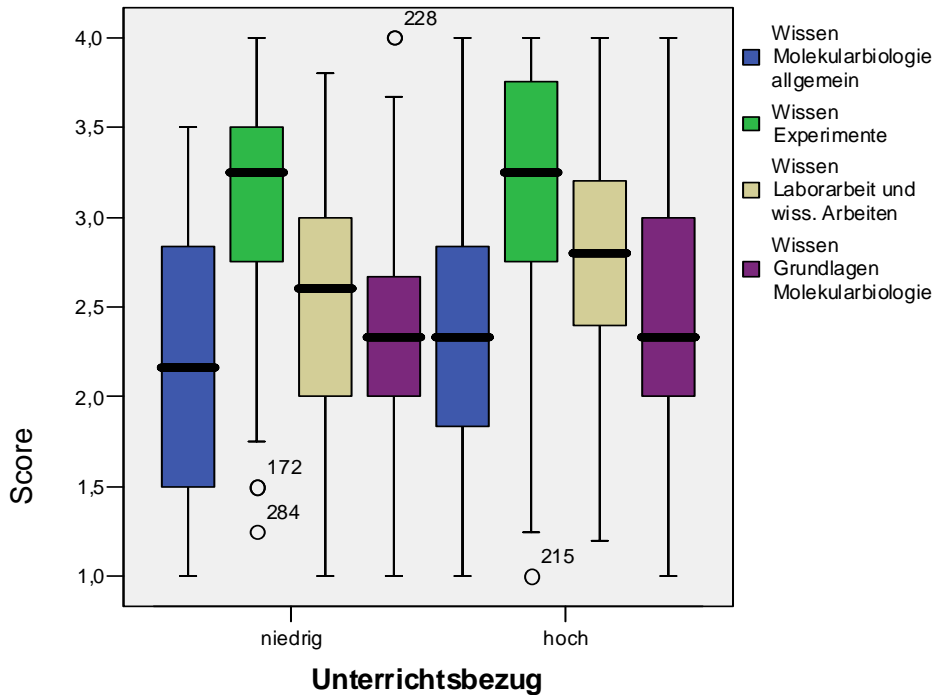


Abbildung 8.25: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen Grad an Vorbereitung im Unterricht vs. einem niedrigem Grad an Vorbereitung im Unterricht (Boxplot 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median).

Tabelle 8.54: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie bei niedrigem vs. hohem Unterrichtsbezug Skala 1-4. (Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz). n=185

	Unterrichtsbezug	Mittelwert	Standardabweichung	Mann-Whitney-U-Test p
Wissen Molekularbiologie allgemein	niedrig	2,1304	,70616	p=,206
	hoch	2,3101	,69129	
Wissen Experimente	niedrig	2,9891	,73778	p=,324
	hoch	3,1149	,71813	
Wissen Laborarbeit und wiss. Arbeiten	niedrig	2,4522	,67782	p=,018
	hoch	2,7535	,60092	
Wissen Grundlagen Molekularbiologie	niedrig	2,2963	,77271	p=,134
	hoch	2,4806	,74554	

Die Spearmans Rho-Korrelationen r_s für die Skala zur Vorbereitung im Unterricht mit den Skalen des subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachses bestätigen diese Ergebnisse im Wesentlichen. Alle Werte liegen im Bereich geringer Korrelationen. Für die Korrelation zwischen Vorbereitung im Unterricht und Wissenszuwachs hinsichtlich der durchgeführten Experimente beträgt sie lediglich $r_s = ,054$ ($p = ,537$). Auch die Korrelation mit dem Wissenszuwachs hinsichtlich allgemeiner Aspekte der Molekularbiologie wird nicht signifikant ($r_s = ,127$ ($p = ,147$)). Der Wissenszuwachs im Bereich der Laborarbeit und des

wissenschaftlichen Arbeitens korreliert jedoch signifikant ($r_s = ,251$ ($p = ,004$)) und bestätigt damit die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests für die beiden Teilstichproben der Lernenden mit einem hohen vs. einem niedrigen Unterrichtsbezugs ihres Aufenthalts. Anders als bei dieser Analyse wird jedoch die Korrelation (Spearman's Rho) der Vorbereitung im Unterricht mit dem Wissenszuwachs hinsichtlich der molekularbiologischen Grundlagen ebenfalls signifikant ($r_s = ,202$ ($p = ,021$)). Der Grad an Vorbereitung im Unterricht steht offensichtlich in keinem Zusammenhang mit einem entsprechenden Wissenserwerb im Bereich der durchgeführten Experimente. Signifikante Zusammenhänge zwischen Vorbereitung und subjektiv wahrgenommenem Wissenserwerb ergeben sich stattdessen für die über die unmittelbaren thematischen Inhalte der Experimente hinausgehenden Aspekte, nämlich das Wissen hinsichtlich der Laborarbeit und wissenschaftlichen Arbeitsweisen sowie dem molekularbiologischen Grundlagenwissen.

Die Darstellung in Form von Streudiagrammen (Abb. 8.26) gibt auch hier wieder genaueren Aufschluss über die Zusammenhänge zwischen der unabhängigen Variable Unterrichtsbezug sowie einem subjektiven Wissenserwerb bzw. einem Interessenzuwachs der Schüler bezüglich der durchgeführten Experimente. Das epistemische Interesse an den Experimenten zeigt im Bereich der niedrigen Skalenwerte für die Vorbereitung im Unterricht einen linearen Bezug zu der entsprechenden Skala, im Bereich der höheren Skalenwerte jedoch einen gleich bleibenden Zuwachs an Interesse im mittleren Wertebereich der Skala (Darstellung der Anpassungslinie). Für den subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachs zeigt das Diagramm eine insgesamt breite Streuung der Werte. Die eingezeichnete Anpassungslinie verläuft über den gesamten Wertebereich der Skala Vorbereitung im Unterricht horizontal. Lernende, die im Unterricht die Experimente nicht thematisiert haben verzeichnen einen gleich hohen subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachs (mit einem Skalenmittelwert von 3,0 auf einem hohen Niveau) wie Lernende, die bereits im Unterricht die Experimente thematisiert haben.

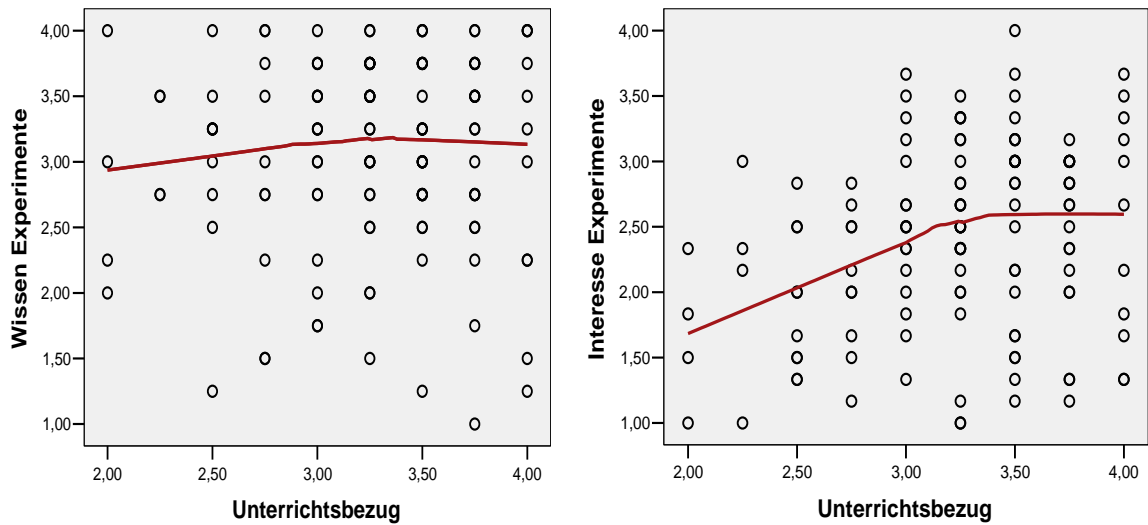


Abbildung 8.26: Streudiagramme zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Vorbereitung im Unterricht (Unterrichtsbezug) und Wissenszuwachs bzw. Interessenzuwachs an den durchgeführten Experimenten (eingezeichnet ist die Anpassungslinie (Loess)).

8.5.5.4 Kompetenzerleben

Im Folgenden wird auf die Bedeutung des Kompetenzerlebens als wesentliche Erlebnisqualität während des Aufenthalts im Schülerlabor eingegangen.

Interessenzuwachs. Die Unterschiede zwischen einem hohen vs. einem niedrigen Grad an Kompetenzerleben (Mediansplit) im Hinblick auf das Interesse an Molekularbiologie sind in Abb. 8.27 dargestellt und zeigen lediglich geringe Unterschiede die sämtlich nicht signifikant werden (Mann-Whitney-U-Test; Interesse allgemein: $p = ,464$; Interesse Experimente $p = ,100$; Interesse Labor: $p = ,564$).

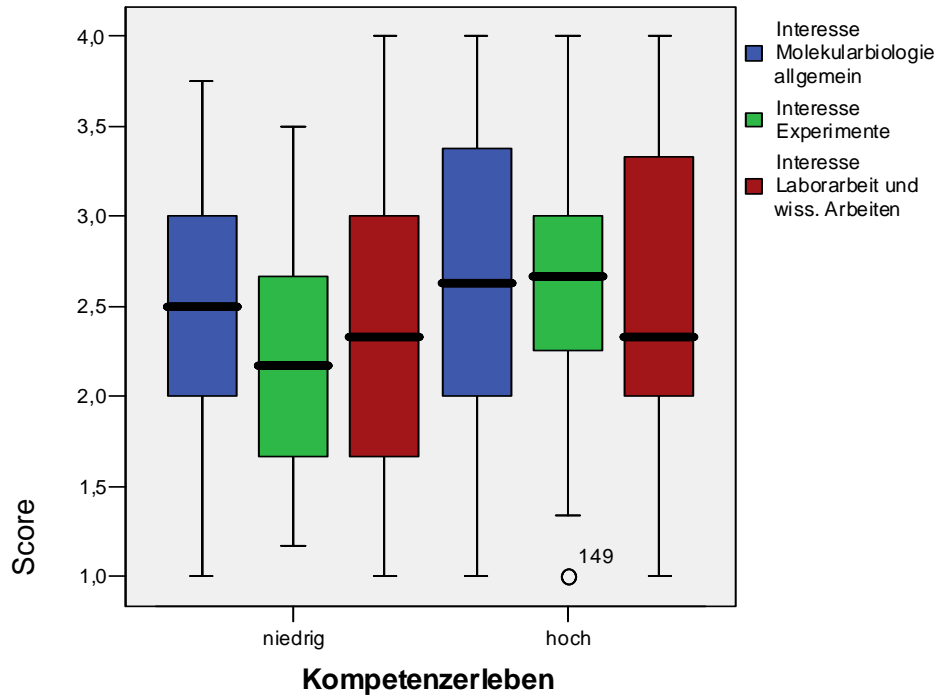


Abbildung 8.27: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen vs. niedrigem Kompetenzerleben (Mediansplit) (Boxplot 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median).

Wissenserwerb. Die Darstellung für die vier Skalen zum subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb an verschiedenen Aspekten der Molekularbiologie zeigt auch für beide Grade des Kompetenzerlebens, wie bereits für die anderen unabhängigen Variablen, bedeutsame Unterschiede jeweils zwischen den vier Skalen (Abb. 8.28). Während sich die Medianwerte überwiegend im Bereich des theoretischen Skalenmittelwertes (2,5) bewegen, liegt der Median für den subjektiven Wissenserwerb im Hinblick auf die durchgeführten Experimente im oberen Bereich der Skala, auch für die Lernenden mit einem niedrigem Kompetenzerleben. Hier zeigt sich allerdings eine größere Streuung der Werte für den Perzentilbereich von 25 - 75. Jedoch wird auch dieser Unterschied, wie der der übrigen Skalen, zwischen den beiden Teilgruppen nicht signifikant. Der durchgeführte Mann-Whitney- U-Test führt für alle Vergleiche zu Werten von $p = ,127$ bis $p = ,896$.

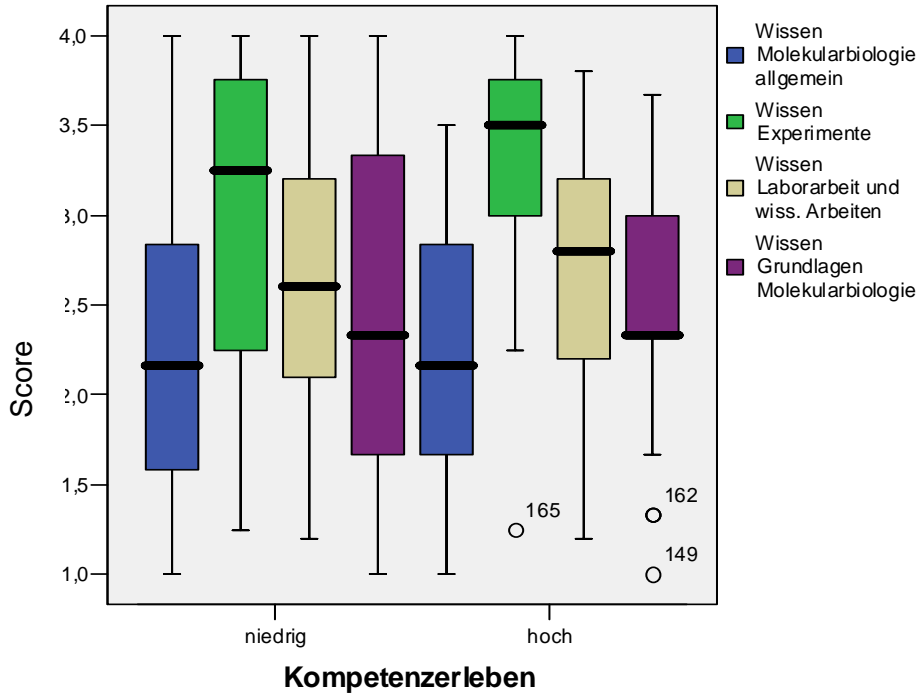


Abbildung 8.28: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen vs. niedrigem Kompetenzerleben (Mediansplit) (Boxplot 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median).

Bestätigt wird der relativ geringe Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und dem Interessen- bzw. Wissenszuwachs in der Darstellung als Streudiagramm. Die eingezeichnete Anpassungslinie sowie die breite Streuung der Punkte belegen die relativ geringen Werte der aufgeklärten Varianz mit $R^2 = 0,039$ für das Interesse und immerhin $R^2 = 0,08$ für den subjektiven Wissenserwerb.

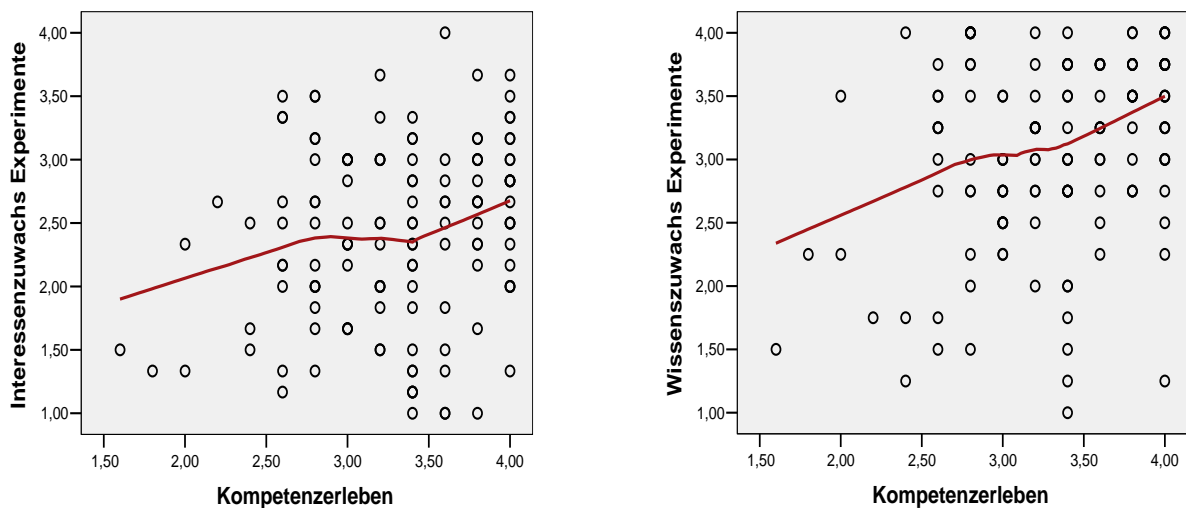


Abbildung 8.29: Streudiagramme zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Kompetenzerleben und Wissenszuwachs bzw. Interessenzuwachs an den durchgeführten Experimenten (eingezeichnet ist die Anpassungslinie (Loess)).

8.5.6 Regressionsanalysen

Zu weiteren Aufklärung des Zusammenhangs zwischen einem Interessen- und Wissenszuwachs an verschiedenen Aspekten der Molekularbiologie wurden Regressionsanalysen durchgeführt.

Dargestellt werden die Ergebnisse für das epistemische Interesse an den durchgeführten Experimenten sowie den wahrgenommenen subjektiven Wissenszuwachs hinsichtlich der Experimente.

Die Regressionsanalyse mit dem schrittweisen Einschluss der Prädiktoren in das Modell zeigt im Hinblick auf den Interessenzuwachs an den Experimenten die folgenden Ergebnisse (Tab. 8.55). Das Modell klärt mit einem $R^2_{\text{kor.}}$ von 0,161 einen Anteil von 16 % der Varianz. Die Instruktionsqualität stellt den stärksten Prädiktor dar, gefolgt von dem individuellen Interesse mit einer ähnlich hohen prädikativen Wirkung.

Tabelle 8.55: Regressionsanalyse (stepwise) für das epistemische Interesse an den Experimenten zur Molekularbiologie als abhängiger Variable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Instruktionsqualität	,371	,105	,289	3,532 **
Individuelles Interesse	,315	,101	,254	3,100 **
$R^2 = ,161$; $F(2,129) = 13,337$ $p < 0,001$				

Ausgeschlossen aus dem Modell wurden während des schrittweisen Verfahrens die Prädiktoren Kompetenzerleben und Unterrichtsbezug.

Für den subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachs, ebenfalls hinsichtlich der durchgeführten Experimente als abhängiger Variable zeigt eine durchgeführte Regressionsanalyse die in Tabelle 8.56 dargestellten unabhängigen Variablen als signifikante Prädiktoren. Mit einer erklärten Varianz von nur 11 % für das Modell werden zwei Prädiktoren signifikant. Mit einem Beta-Wert von ,212 erreicht die Instruktionsqualität den größten Einfluss auf den Wissenszuwachs, gefolgt von dem Kompetenzerleben der Lernenden mit einem Beta-Wert von ,192.

Für diese Regressionsanalyse werden die Ergebnisse der Einschlussmethode dargestellt, da sie Aufschluss geben über die Beta-Werte der weiteren untersuchten Prädiktoren. Die Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht erzielt als möglicher Prädiktor einen negativen Beta-Wert. Dieser negative Zusammenhang macht deutlich, dass bei einem hohen Unterrichtsbezug des Aufenthalts im Schülerlabor und einem dementsprechend hohen Vorwissen der Lernenden zu den Experimenten ein Wissenszuwachs während des Aufenthalts im Schülerlabor offensichtlich von den Lernenden nicht mehr wahrgenommen wird.

Das individuelle Interesse der Lernenden hat im Hinblick auf den Wissenszuwachs, anders als beim Interessenzuwachs, keinen signifikanten Einfluss und weist einen Beta-Wert von lediglich 0,064 auf.

Tabelle 8.56: Regressionsanalyse (enter) für den subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachs in Bezug auf die durchgeführten Experimente als abhängiger Variable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
Instruktionsqualität	,280	,123	,212	2,272 *
Kompetenzerleben	,259	,128	,192	2,027 *
Unterrichtsbezug	-,116	,138	-,080	-,835 ns.
Individuelles Interesse	,081	,119	,064	,685 ns.
$R^2 = ,116$; $F(4,128) = 4,203$ $p < 0,003$				

Bisher wurden die Zusammenhänge zwischen unabhängigen Variablen und dem Wissens- und Interessenzuwachs in erster Linie mit Blick auf die von den Lernenden durchgeführten Experimente analysiert und dargestellt.

Für diese abhängigen Variablen können Einflüsse mehrerer Prädiktoren aufgezeigt werden. Relevant für jedoch auch Faktoren, die in einem positiven Zusammenhang mit der Entwicklung eines epistemischen Interesses an Molekularbiologie über die konkreten Inhalte des Schülerlaboraufenthalts hinaus stehen.

Für den **Interessenzuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie** wurden in den bisherigen Analysen und Gruppenvergleichen signifikante Zusammenhänge lediglich mit dem individuellen Interesse der Lernenden deutlich. Um dieses epistemische Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie, über die Inhalte der durchgeführten Experimenten hinaus, als eine mögliche längerfristige Wirkung des Aufenthalts im Schülerlabor zu untersuchen, wurden deshalb weitere unabhängige Variablen in die Analyse mit einbezogen.

In Tabelle 8.57 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse mit dem „Interessenzuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie als abhängiger Variable“ dargestellt. Ein schrittweiser Einschluss möglicher Prädiktorvariablen für den Interessenzuwachs an allgemeinen Themenbereichen der Molekularbiologie führt dazu, dass in dem Modell sowohl das individuelle Interesse der Lernenden als auch die Nachbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im anschließenden Schulunterricht als signifikante Prädiktoren für den Interessenzuwachs identifiziert werden. Allerdings zeigt der korrigierte R^2 -Wert von 0,131 an, dass lediglich 13 % der Varianz mit diesem Modell aufgeklärt werden. Während der Zusammenhang zwischen dem individuellen Interesse der Lernenden und einem Interessenzuwachs am gesamten Themenbereich der Molekularbiologie unmittelbar einsichtig ist und keiner weiteren Erläuterung bedarf, ist der signifikante Ein-

fluss des Prädiktors Nachbereitung ($p = ,002$) besonders vor dem Hintergrund bemerkenswert, dass der Einfluss des Unterrichtsbezugs in dem Regressionsmodell nicht signifikant wird. Auch in dem Gruppenvergleich zwischen niedrigem und hohem Unterrichtsbezug war der Unterschied im Interessenzuwachs an allgemeinen molekularbiologischen Themen zwischen beiden Gruppen gerade nicht mehr signifikant.

Tabelle 8.57: Regressionsanalyse (stepwise) für das epistemische Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie als abhängiger Variable

Prädiktoren	B	Standardfehler	Beta	T
(Konstante)	,777	,379		2,051 *
Individuelles Interesse	,377	,111	,276	3,388 **
Nachbereitung	,349	,111	,257	3,154 **
$R^2_{\text{kor.}} = ,131$; $F(2,129) = 10,882$ $p < 0,001$				

Tabelle 8.58: Mittelwertvergleich für die beiden Teilgruppen mit hohem vs. niedrigem Grad an Nachbereitung für die drei Skalen zum Interessenzuwachs in Molekularbiologie. Skala 1 – 4. Test auf Signifikanz mit Mann-Whitney-U-Test.

	Nachbereitung im Unterricht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Mann-Whitney-U-Test p
Interesse Molekularbiologie allgemein	niedrig	137	2,3641	,73943	p<,001
	hoch	50	2,8350	,55007	
Interesse Experimente	niedrig	134	2,2848	,67564	p<,001
	hoch	51	2,6732	,65993	
Interesse Laborarbeit und wiss. Arbeiten	niedrig	138	2,3551	,88532	p=,068
	hoch	52	2,6282	,84702	

Ein durchgeführter Gruppenvergleich für zwei Teilgruppen mit einem hohen vs. einem niedrigen Grad an Nachbereitung (Mediansplit) zeigt die in Tabelle 8.58 dargestellten Mittelwertsunterschiede bezüglich der drei Interessensskalen. Diese sind in Abb. 8.30 als Boxplots dargestellt. Die Prüfung auf Signifikanz erfolgte mit dem Mann-Whitney-U-Test und führte zu hochsignifikanten Unterschieden ($p < ,001$) für die beiden Skalen zum allgemeinen Interesse sowie zum Interesse an den durchgeführten Experimenten. Für die Skala zum Interesse an Laborarbeit bzw. wissenschaftlichem Arbeiten ergab der Test mit einem $p = ,068$ lediglich eine signifikante Tendenz.

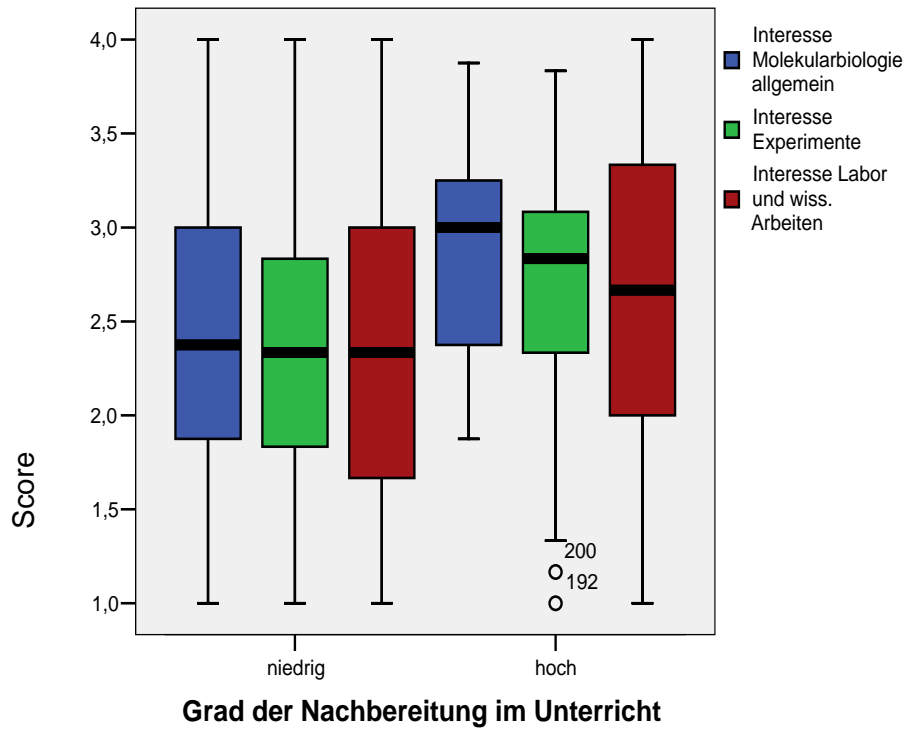


Abbildung 8.30: Interessenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen vs. niedrigen Grad an Nachbereitung im Unterricht (Mediansplit) (Boxplot 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median).

8.5.7 Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Abschnitts:

- Signifikante **Gender-Effekte** treten weder hinsichtlich des epistemischen Interesses noch hinsichtlich eines subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerbs im Hinblick auf die Skalen zur Molekularbiologie auf.
- Das **individuelle Interesse** der Schüler steht einem signifikanten Zusammenhang mit dem Interesse an allen Aspekten der Molekularbiologie. Dabei ist der Zusammenhang für das Interesse an den durchgeführten Experimenten am geringsten.

Im Hinblick auf einen subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb zeigt das individuelle signifikante Zusammenhänge weder für die durchgeführten Experimente noch für das Grundlagenwissen. Hingegen zeigen sich signifikante Korrelationen für den Wissenszuwachs hinsichtlich der Laborarbeit und allgemeiner Aspekte der Molekularbiologie.

- Für die Skala zur **Vorbereitung im Unterricht** besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang mit dem epistemischen Interesse der Schüler an den durchgeführten Experimenten sowie ein signifikanter Zusammenhang zu den beiden anderen Interessenskalen. Für den Wissenserwerb wird lediglich die Korrelation mit der Skala Laborarbeit und wiss. Arbeiten signifikant.
- Das **Kompetenzerleben** der Schüler steht weder mit den Skalen zum epistemischen Interesse noch mit den Skalen zum subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb in einem signifikanten Zusammenhang.
- **Regressionsanalysen** weisen für das epistemische Interesse an den durchgeführten Experimenten die Instruktionsqualität sowie das individuelle Interesse der Schüler als diejenigen Prädiktoren aus, die in dem schrittweisen Modell signifikant werden. Für das epistemische Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie, also über die durchgeführten Experimente hinaus, ist das individuelle Interesse der Lernenden der bedeutsamste Prädiktor.
- **Regressionsanalysen** für den subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb zu den durchgeführten Experimenten als Kriteriumsvariable weisen die Instruktionsqualität als bedeutsamsten Prädiktor aus, gefolgt vom Kompetenzerleben der Schüler.

8.6 MITTELFRISTIGE WIRKUNGEN DES AUFENTHALTS IM SCHÜLERLABOR AUF DAS INTERESSE

Beruhend auf den theoretischen Annahmen, die Interessengenese als langfristigen Prozess verstehen und für ein situationales bzw. aktualisiertes Interesse nur unter bestimmten, empirisch teilweise noch zu belegenden, Bedingungen eine Entwicklung zu einem individuellen Interesse beschreiben, wurde in der vorliegenden Studie ca. 12 Wochen nach dem Besuch des Schülerlabors noch einmal das Interesse der Lernenden erhoben, um in einer explorativen Fragestellung zu untersuchen, inwieweit sich Veränderungen des Interesses zeigen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei diesem Interesse nicht mehr um ein aktualisiertes Interesse im eigentlichen Sinne (d. h. in der Lernsituation) handelt. In die folgenden Analysen gehen lediglich die Daten von 286 Lernenden ein, da nicht aus allen befragten Kursen die Follow-up-Fragebögen vorliegen.

8.6.1 Veränderungen des Interesses

Zunächst werden die Skalenwerte für das individuelle Interesse der Schüler betrachtet (Tab. 8.59). Der Mittelwert dieser Skala liegt in der Follow-up-Erhebung etwas niedriger als in der Erstbefragung. Die Differenz im Mittelwert von 0,112 wird in einem durchgeführten Wilcoxon-Test signifikant ($p < ,001$). Eventuell gehen in die Werte für das individuelle Interesse der Lernenden unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt auch Aspekte ihres situationalen bzw. aktualisierten Interesses ein, so dass daraus eine höhere Einschätzung des individuellen Interesses bei den Schülern resultiert. Die 229 vorliegenden Datensätze weisen im Wilcoxon-Test für 58 Schüler ein höheres individuelles Interesse in der Follow-up-Erhebung aus, bei 95 Schülern liegt dieses Interesse dagegen niedriger als bei der ersten Befragung und 76 Schüler zeigen mit einer Bindung der Werte für die beiden Skalen ein gleich bleibendes individuelles Interesse.

Tabelle 8.59 Individuelles Interesse der Lernenden (Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) in der Erstbefragung sowie der Follow-up-Erhebung. Skala 1-4. n=229

Individuelles Interesse	M	SD
Erstbefragung	2,84	,632
Follow-up-Erhebung	2,73	,696

8.6.2 Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore

Im Rahmen einer weiteren explorativen Forschungsfrage wurde untersucht, ob und inwiefern sich Änderungen im Interesse der Schüler an den Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung zwischen der Erstbefragung unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor und der Follow-up-Erhebung ca. 12 Wochen später zeigen.

Die Mittelwerte für die entsprechenden Skalen sind in Tabelle 8.60 dargestellt. Die Prüfung auf Signifikanz der Unterschiede erfolgt mit dem Wilcoxon-Test.

Tabelle 8.60 Vergleich der Mittelwerte der abhängigen Variablen (Ersterhebung im Vergleich mit Follow-up-Erhebung). Skala 1 – 4. Test auf signifikante Unterschiede mit dem Wilcoxon-Test. n=283.

	Erhebung	Mittelwert	Standardabweichung	Wilcoxon-Test Signifikanz (2-seitig)
Interesse Experimente	Ersterhebung	3,16	,519	,000
	Follow-up-Erhebung	2,96	,559	
Interesse Kontexte	Ersterhebung	2,83	,582	,019
	Follow-up-Erhebung	2,62	,686	
Interesse an authentischer Lernumgebung	Ersterhebung	3,02	,543	,245
	Follow-up-Erhebung	3,07	,680	

Das Interesse an den Experimenten sowie Kontexten geht zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten zurück und die Differenzen sind für die Skala zum Interesse am Experimentieren höchstsignifikant, für die Skala zum Interesse an den Kontexten auf dem 5%-Niveau signifikant. Das Interesse an der authentischen Lernumgebung dagegen zeigt sich auch 12 Wochen nach dem Aufenthalt im Schülerlabor stabil und der Skalenmittelwert liegt mit 3,07 sogar etwas über dem der Ersterhebung (3,02). In Abbildung 8.31 auf der folgenden Seite sind die Skalen- sowie Medianwerte als boxplots dargestellt.

Mittelfristige Wirkungen des Aufenthalts im Schülerlabor auf das Interesse

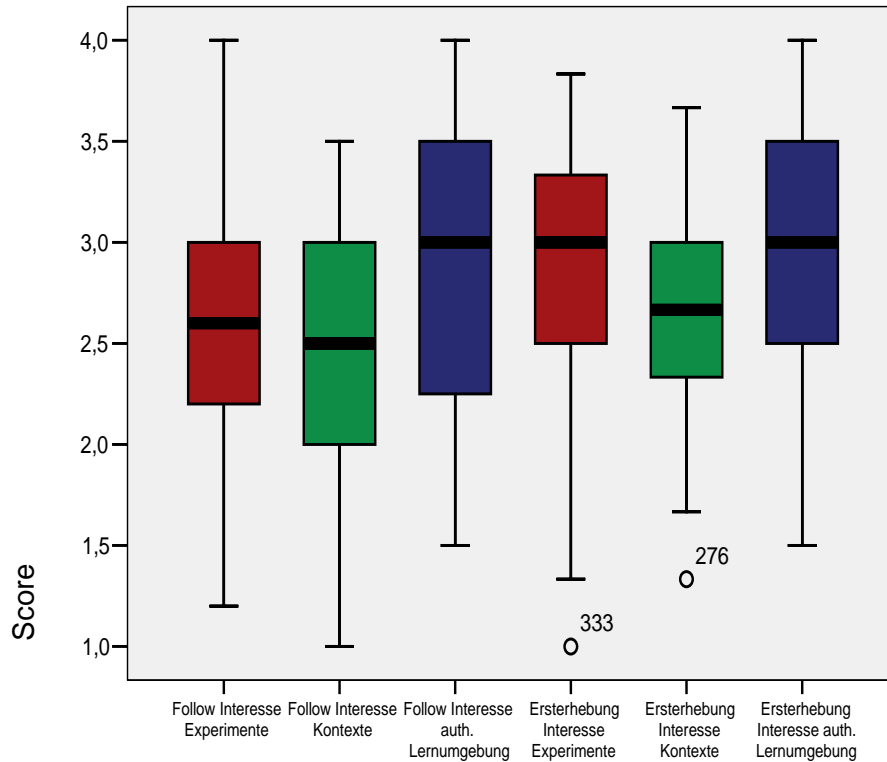


Abbildung 8.31: Boxplots der abhängigen Variablen (Follow-up-Erhebung vs. Ersterhebung) (Boxplot 25-75 Perzentil, schwarzer Balken: Median)

In der Follow-up-Erhebung wurden die Lernenden gebeten, 9 Aspekte in einer vierstufigen Likert-Skala daraufhin einzuschätzen, inwiefern sie ihnen im Rückblick hinsichtlich des Aufenthalts im Schülerlabor einen besonderen Wert beimessen. Erhoben wird damit die Wert-Komponente des Interesses, die im Hinblick auf die Interessengenese von besonderer Bedeutung ist und ein über den emotionalen Aspekt hinausgehendes Interesse beinhaltet.

Die Mittelwerte der Items sind in Tabelle 8.61 dargestellt.

Tabelle 8.61: Wert-Komponente des Interesses erhoben über das Item: „Im Hinblick auf den Besuch des Schülerlabors war für mich besonders wichtig...“ Skala 1 – 4.

	Mittelwert	Standardabweichung
dass ich Experimente durchgeführt habe	3,4196	,75777
dass ich durch das Experimentieren das Thema besser verstanden habe	3,2657	,78540
dass ich Einblick in Anwendungsbezüge und aktuelle Forschungsfragen bekommen habe	3,0912	,72585
professionelle Geräte	3,5352	,70497
der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern	2,5035	,83245
Spaß zu haben	3,0245	,81398
netter Schulausflug	2,7649	,84597
Einblick in Berufsalltag	2,9930	,83915
Univerrsi-tät/Forschungsinstitut von innen sehen	2,9333	,88758

Die höchste Wertbeimessung der Schüler zeigt sich für den Umgang mit professionellen Geräten sowie die Durchführung der Experimente. Das bessere Verständnis des Themas infolge des Experimentierens erreicht mit einem Wert von 3,26 auf der vierstufigen Skala ebenfalls eine hohe Zustimmung. Vermittelte Anwendungsbezüge sowie der Einblick in authentische Forschung bzw. eine Universität folgen in der Einschätzung der Schüler mit Werten um 3. Der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern erfährt die geringste Wertbeimessung durch die Lernenden. Der Wert von 2,5 liegt im Bereich des hypothetischen Mittelwerts der Skala.

Eine hypothesengenerierende Clusteranalyse identifiziert drei Cluster, in denen die 9 Aspekte in charakteristischer Weise vertreten sind. Diese Cluster ließen sich in einer explorativen Faktorenanalyse bestätigen, deren Ergebnisse in Tabelle 8.62 dargestellt sind. Aufgrund der geringen Itemzahl werden die extrahierten Faktoren lediglich zur Klärung von Hypothesen generierenden Fragestellungen eingesetzt.

Tabelle 8.62: explorative Faktorenanalyse derjenigen Aspekte, die von den Lernenden hinsichtlich ihrer Werts (Wertkomponente des Interesses) eingeschätzt wurden.

Rotierte Komponentenmatrix

	Komponente		
	1	2	3
Einblick in Berufsalltag	,845	,113	
Universität/Forschungsinstitut von innen sehen	,794	,115	
der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern	,523	,230	,201
dass ich Experimente durchgeführt habe		,734	,229
dass ich durch das Experimentieren das Thema besser verstanden habe	,126	,703	,135
professionelle Geräte	,431	,627	
dass ich Einblick in Anwendungsbezüge und aktuelle Forschungsfragen bekommen habe	,246	,593	-,128
netter Schulausflug			,848
Spaß zu haben	,134	,153	,811

Die drei Komponenten klären insgesamt 58 % der Varianz und die einzelnen Faktoren weisen trotz der geringen Itemzahl zufrieden stellende Reliabilitäten auf (Cronbachs Alpha zwischen $\alpha = ,630$ und $\alpha = ,650$).

Die Items des ersten Faktors, die eine authentische Lernumgebung und den Einblick in Forschungsinstitute sowie den Universitätsalltag thematisieren, klären bereits 32 % der Varianz. Sie zeigen eine deutliche Abgrenzung zu denjenigen Items, die sich im Wesentlichen auf die durchgeführten Experimente beziehen und den zweiten Faktor bilden. Der dritte Faktor betont den Ausflugs- und Spaßcharakter des Aufenthalts im Schülerlabor und klärt 11,8 % der Varianz.

Die Korrelationsanalysen mit unabhängigen Variablen sowie den „basic needs“ bestätigen die Charakteristik der Faktoren.

Das individuelle Interesse der Schüler korreliert am höchstem mit der Wertbeimessung für die Durchführung der Experimente und lediglich schwach und auf dem 5%-Niveau signifikant mit der Wertbeimessung für die authentische Lernumgebung. Die Vorbereitung im Unterricht korreliert mit allen drei Faktoren signifikant während das Kompetenzerleben die höchsten Korrelationen mit Faktor Experimentieren, eine schwache aber

signifikante Korrelation jedoch auch mit dem Faktor Spaß aufweist. Die unabhängige Variable Instruktionsqualität weist signifikante, jedoch geringe Korrelationen mit allen drei Faktoren auf. Das Autonomieerleben der Schüler erweist sich auch in dieser Analyse als Variable, die lediglich geringe und nicht signifikante Zusammenhänge mit den abhängigen Variablen, in diesem Fall den Wertzuschreibungen, aufweist.

Insgesamt bestätigt diese Analyse die bereits dargestellten Ergebnisse, nach denen der Aufenthalt im Schülerlabor von den Lernenden in seinen verschiedenen Aspekten wahrgenommen wird und sowohl ein unterschiedliches Interesse an diesen Aspekten als auch eine unterschiedliche Wertbeimessung feststellbar ist. Die vorangegangene Analyse bestätigenden Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen sind in Tabelle 8.63 dargestellt.

Tabelle 8.63: Korrelationen (Spearman Rho r_s) der drei Wert-Komponenten mit unabhängigen Variablen bzw. „basic needs“. Farbig hinterlegt sind die signifikanten Korrelationen

Korrelationen Spearman r_s / Signifikanz 2-seitig	Wert auth. Lernung.	Wert Experimente	Wert Spaß
Ind. Interesse	,134 ,043	,292 ,000	,112 ,092
Vorbereitung Unterricht	,232 ,001	,281 ,000	,240 ,000
Kompetenzerleben	,042 ,530	,347 ,000	,187 ,005
Soz. Eingebundenheit	,144 ,030	,278 ,000	,107 ,107
Autonomieerleben	,016 ,851	,161 ,060	-,042 ,627
Instruktionsqualität	,176 ,008	,302 ,000	,239 ,000

Zum Abschluss des Kapitels soll auf die Fragestellung eingegangen werden, inwiefern sich mittelfristig Veränderungen ergeben im Antwortverhalten der Lernenden hinsichtlich der Optionen für eine Optimierung des Schülerlaboraufenthalts aus Schülersicht.

Den Wunsch nach mehr Autonomie, d. h. nach größeren Einflussmöglichkeiten auf die Planung und Durchführung der Experimente wurde unmittelbar im Anschluss an den Besuch des Schülerlabors von 72 % der Befragten geäußert. Diese Einschätzung bleibt über 12 Wochen relativ stabil (Tab.8.64), so dass sich in der Follow-up-Erhebung keine signifikanten Unterschiede zeigen (Mc Nemar-Test; Chi-Quadrat Wert von ,481 (n= 194) wird nicht signifikant (p= ,488)).

Tabelle 8.64: Option: mehr Einfluss auf die Planung und Durchführung der Experimente (dichotomes Antwortformat). Vergleich Ersterhebung und Follow-up-Erhebung. Angegeben ist die Zahl der Versuchspersonen mit dem jeweiligen Antwortverhalten.

Follow-up-Erhebung	Ersterhebung	
	Ja	nein
Ja	119	29
nein	23	23

Signifikante Unterschiede (Mc Nemar-Test; Chi-Quadrat = 16,981; $p < 0,001$) ergeben sich dagegen im Hinblick auf den Wunsch der Lernenden nach einer besseren inhaltlichen Vorbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im Unterricht (Tab. 8.65). Überraschenderweise erfährt die Option nach einer besseren Vorbereitung in der Follow-up-Erhebung deutlich mehr Zustimmung in der Follow-up-Erhebung als unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor.

Tabelle 8.65: Option: bessere inhaltliche Vorbereitung des Schülerlabor-Aufenthalts im Unterricht (dichotomes Antwortformat). Vergleich Ersterhebung und Follow-up-Erhebung. Angegeben ist die Zahl der Versuchspersonen mit dem jeweiligen Antwortverhalten.

Follow-up-Erhebung	Ersterhebung	
	Ja	nein
Ja	46	42
nein	11	92

Der Wunsch nach einem besseren Einblick in die Forschungsschwerpunkte des besuchten Instituts wird von ca. der Hälfte der befragten Schüler geäußert. Diese Einschätzung bleibt bis zum zweiten Erhebungszeitpunkt sehr stabil so dass ein durchgeführter Mc Nemar-Test keine signifikanten Änderungen im Antwortverhalten ergibt.

8.7 ERGEBNISSE DER OFFENEN FRAGEN

Die offenen Frageformate in den Erhebungsinstrumenten wurden gewählt, um den Schülern Gelegenheit zu geben, ihre wahrgenommenen Eindrücke vom Aufenthalt in einem Schülerlabor in eigenen Worten zu artikulieren. Damit sollten auch Aspekte Berücksichtigung finden, die in den Items mit einem geschlossenen Antwortformat möglicherweise

nicht berücksichtigt worden waren. Die Auswertung der Antworten erfolgte kategorienbasiert.¹²

Dargestellt sind im Folgenden die Ergebnisse der Erstbefragung.

Was haben die Schüler im Schülerlabor gelernt? Zunächst wurden die Schüler gefragt, was sie bei dem Aufenthalt im Schülerlabor gelernt haben. Die Antwortkategorien sind in Abbildung 8.32 wiedergegeben und zeigen lediglich zwei dominante Aspekte. Lernende bekunden zu jeweils etwa einem Viertel der Nennungen, etwas über den Laboralltag bzw. ganz konkret etwas über die Methode PCR gelernt zu haben. Forschungsaspekte wurden nur von 3% der Lernenden benannt.

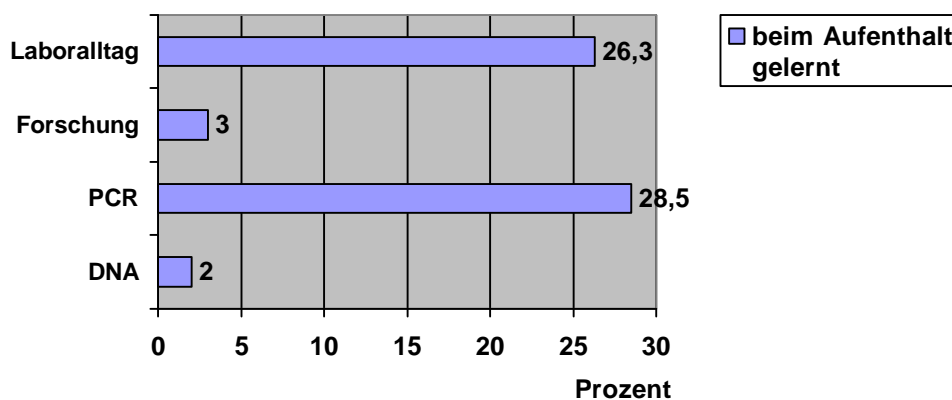


Abbildung 8.32: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Was haben Sie heute gelernt? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.

Welche Fragen sind offen geblieben? Das Item, welche Fragen offen geblieben seien, wurde von 83,9% der Lernenden nicht beantwortet. Offensichtlich hinterließ der Aufenthalt im Schülerlabor nur wenig offene Fragen. Die genannten Aspekte verteilen sich auf einige unterschiedliche einzelne Kategorien, von denen nur wenige einen Bezug zu den durchgeführten Experimenten haben.

Was hat den Schülern bei ihrem Aufenthalt am besten gefallen? Differenziert wurde dagegen von den Schülern die Frage beantwortet, was ihnen am Aufenthalt im Schülerlabor am besten gefallen hat (Abb. 8.33). Die Lernenden zeigen dabei eine eindeutige Priorität für das selbständige Experimentieren bzw. Laborarbeit. Gemeinsam werden diese beiden verwandten Aspekte von mehr als 50 % der Schüler genannt. Dahinter treten Wissensvertiefung, Verbindung von Theorie und Praxis sowie Kennenlernen von

¹² Die Festlegung der Kategorien wurde von der Verfasserin vorgenommen. Da diese Auswertung weder in die Analyse von Forschungsfragen noch in die Prüfung von Hypothesen eingeht, wurde keine Interrater-Reliabilität über die Auswertung durch eine zweite Person bestimmt.

Forschung weit zurück. Immerhin 11% der Befragten zeigten sich von der Betreuung durch die Wissenschaftler so angetan, dass ihnen dieser Aspekt ihres Aufenthalts im Schülerlabor am besten gefallen hat.

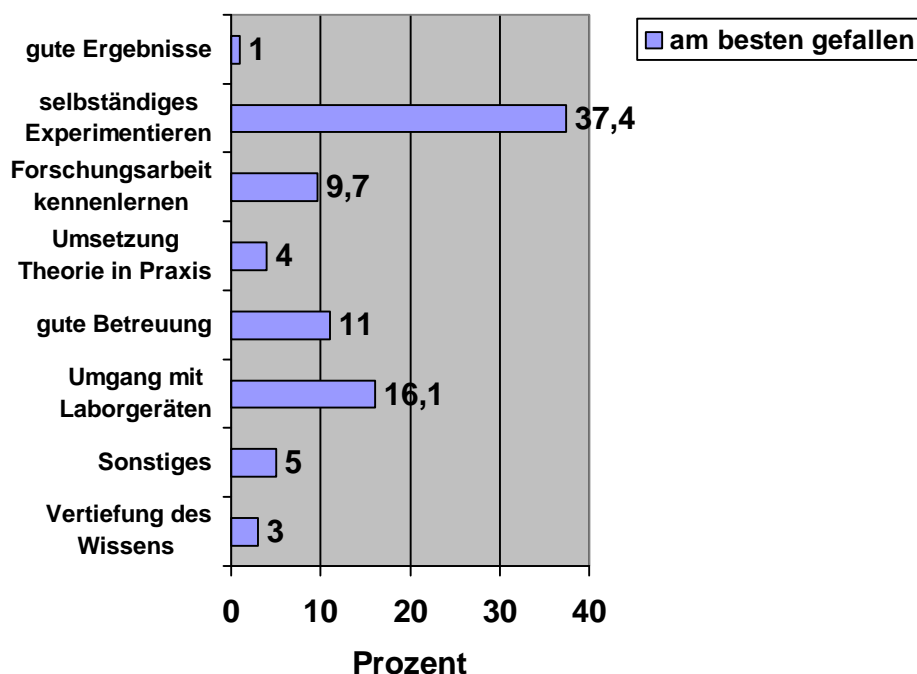


Abbildung 8.33: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Was hat Ihnen am besten gefallen? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.“

Was hat den Schülern bei ihrem Aufenthalt am wenigsten gefallen? Aufschlussreich sind die Antworten auf die Frage „Was hat Ihnen am wenigsten gefallen?“ (Abb. 8.34). Fast ein Fünftel der Schüler (18,7%) empfindet die Wartezeit zwischen den Phasen der eigenen experimentellen Tätigkeit als besonders negativ, für 7,6 % der Schüler ist der Aufenthalt im Schülerlabor insgesamt zu lang. 10 % der Nennungen entfallen auf verschiedenste Einzelaspekte. Am bemerkenswertesten ist allerdings, dass nicht weniger als 20% der Befragten angeben, dass für sie „zu viel Theorie“ den negativsten Eindruck im Hinblick auf den Aufenthalt im Schülerlabor darstellt. Nach objektiven Kriterien nimmt die theoretische Anbindung der Experimente an das Vorwissen der Schüler während des Aufenthalts im Schülerlabor nur einen geringen Raum, in der Regel in experimentell bedingten Pausen, ein. Dass trotzdem ein bedeutender Teil der Nennungen auf diese Kategorie entfällt muss als Hinweis darauf gewertet werden, dass für die Schüler während des Laboraufenthalts die eigene experimentelle Tätigkeit im Vordergrund steht, gegebenenfalls auch auf Kosten des Verständnisses für die durchgeführten Experimente.

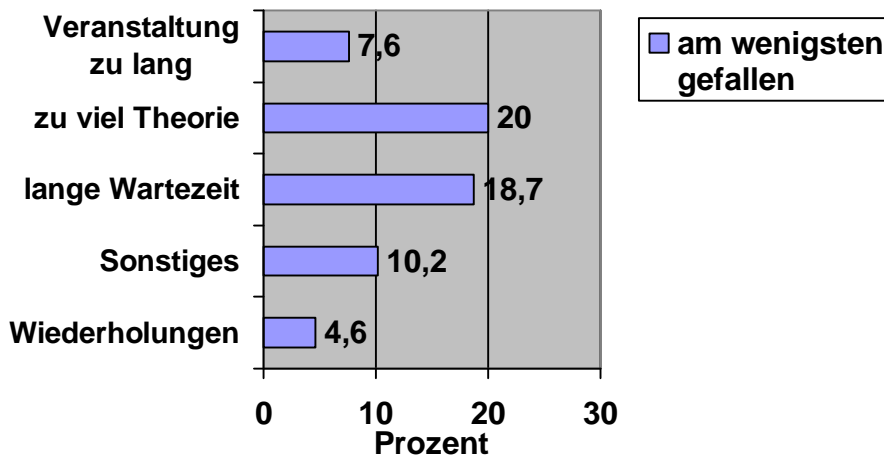


Abbildung 8.34: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Was hat Ihnen am wenigsten gefallen? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.“

Welche Labortätigkeit fanden die Schüler am spannendsten? In Abbildung 8.35 sind die Antworten auf die Frage „Welche Labortätigkeit fanden Sie am spannendsten?“ dargestellt. Eindeutiger Favorit der Schüler ist das Pipettieren, gefolgt von der Durchführung der Gelelektrophorese (darin enthalten auch die Antwort „Beladen des Gels“). Weit abgeschlagen in der prozentualen Nennung ist die Datenauswertung mit 5,9 %. Das Zentrifugieren und sonstige Labortätigkeiten finden ebenfalls nur wenig Zuspruch. Die Tatsache, dass mehr als ein Drittel der Befragten die relativ einfache Tätigkeit des Pipettierens als spannendste Labortätigkeit bewertet, lässt verschiedene Deutungsmöglichkeiten zu. Zum einen könnte dieses Ergebnis als Hinweis darauf betrachtet werden, dass das Experimentieren im Schulunterricht nur eine untergeordnete Rolle spielt und die Lernenden deshalb auch relativ einfache Labortätigkeiten als spannend empfinden. Zum anderen erfordern gerade diese Tätigkeiten wie Pipettieren und die Durchführung der Gelelektrophorese von den Schülern ein besonders sauberes und genaues Arbeiten, sind aber technisch relativ anspruchslos und setzen keine besonderen Kenntnisse oder Practical skills voraus. Sie ermöglichen den Lernenden so ein hohes Maß an Kompetenzerleben.

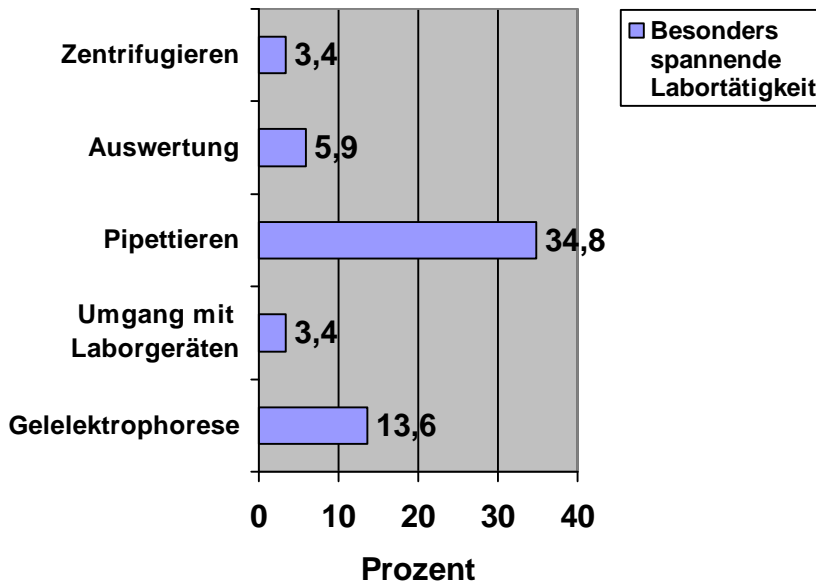


Abbildung 8.35: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Welche Labortätigkeit fanden Sie besonders spannend? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.

Berufliche Orientierung. Im Hinblick auf eine berufliche Orientierung wurden die Schüler befragt, ob sie sich eine berufliche Tätigkeit in einem ähnlichen wie dem besuchten Institut vorstellen können, bzw. den Wunsch haben, dort ein Praktikum zu absolvieren. Zur Beantwortung dieser Items waren sowohl Antwortformate in Form einer Likert-Skala vorgegeben als auch Optionen für ergänzende offene Antworten bzw. Begründungen vorgesehen.

Ein Drittel der Schüler (34%) kann sich vorstellen (25,2 % „stimmt ziemlich“; 8,8% „stimmt völlig“) auch einmal an einem solchen Institut zu arbeiten. Die Werte in der follow-up-Erhebung unterscheiden sich von diesen nicht signifikant (Wilcoxon-Test $p = ,189$). Begründungen über das persönliche Interesse hinaus werden von den Schülern nicht gegeben.

Der Wunsch nach einem Praktikum in einem solchen wie dem besuchten Institut kommt für die Hälfte der Lernenden nicht in Frage (48,9% „stimmt gar nicht“ Follow-up-Erhebung: 45,3%). Nur 7,1 % der Schüler stimmen diesem Item völlig zu (Follow-up-Erhebung: 6,7%). 17 % bzw. 18,6 % in der Follow-up-Erhebung bewerten das Item mit „stimmt ziemlich“. Auch hier wird der Wilcoxon-Test bezüglich der Unterschiede nicht signifikant ($p = ,397$).

Inwiefern die berufliche Orientierung der Schüler von einem Aufenthalt in einem Schülerlabor beeinflusst wird, kann durch die beiden Befragungen nicht festgestellt werden. Auch für den Wunsch nach einem Praktikum in einem dem besuchten ähnlichen Institut

können mangels einer vergleichbaren Befragung vor dem Besuch des Schülerlabors keine kausalen Aussagen getroffen werden.

Kapitel 9

DISKUSSION

In dieser Arbeit wurden Schülerlabore als neuartige außerschulische Lernorte hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Interesse der Lernenden untersucht. Ausgewählt wurden zwei Schülerlabore mit einem molekularbiologischen Themenschwerpunkt, den in Deutschland ca. 40 weitere Labore anbieten und der damit in der Gruppe der biologisch ausgerichteten Schülerlabore als besonders bedeutsam betrachtet werden kann. Auch wenn diese außerschulischen Lernorte eine Vielfalt an realisierten Konzeptionen aufweisen, ist doch die Förderung des Interesses der Schüler an den Naturwissenschaften allen Initiativen gemeinsam sowie konzeptionell fest verankert. Dieses Interesse bildet deshalb den zentralen Hintergrund der Forschungsfragen, denen in der dieser Studie nachgegangen wurde. Die vorliegende Evaluationsstudie basiert auf der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie, aus der die folgende übergeordnete Fragestellung abgeleitet wurde:

Welche Wirkung zeigen Schülerlabore als Lernumgebung auf das aktualisierte Interesse der Lernenden und in welchem Zusammenhang steht dieses Interesse mit dem bereits vorhandenen individuellen Interesse der Schüler sowie weiteren Faktoren (Schülermerkmale, Merkmale der Lernumgebung, Integration des Aufenthalts in die Unterrichtsthematik)? Dieser Forschungsfrage wurde anhand differenzierter Fragestellungen nachgegangen:

- Fragestellungen auf der Basis des Interessenkonstrukts mit dem Konzept des individuellen Interesses sowie dem aktualisierten Interesse, das in der Auseinandersetzung mit der Interessantheit der Lernumgebung Schülerlabor entsteht (vgl. Kap. 6.3.1);
- Fragestellungen zu den situativen Erlebensqualitäten („basic needs“: Kompetenzerleben, Autonomieerleben, soziale Eingebundenheit) in Hinblick vor allem auf das Experimentieren als praktische Handlung (vgl. Kap. 6.3.2);
- Fragestellungen zum Interessenzuwachs und subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb bezüglich des Themas Molekulargenetik als dem inhaltlichen Schwerpunkt des Aufenthalts im Schülerlabor (vgl. Kap. 6.3.3).

Zunächst wird in Abschnitt 9.1 die Anlage der Evaluationsstudie begründet.

Die Ergebnisse der untersuchten Fragestellungen werden in den Abschnitten 9.2 – 9.5 zusammengefasst und diskutiert. Schließlich werden die Ergebnisse im Abschnitt 9.6 in Hinblick auf ihre Bedeutung für die Gestaltung außerschulischer Lernangebote diskutiert.

9.1 ANLAGE DER EVALUATIONSSTUDIE

Zielsetzung. Ziel der Studie war es, ein Instrument zu entwickeln und einzusetzen, mit dem sich die vielfältigen Aspekte von Schülerlaboren als außerschulische Lernorte abbilden und hinsichtlich ihres Einflusses auf das Interesse der Lernenden analysieren lassen. Bei der Entwicklung der Items wurde deshalb darauf geachtet, dass sie unabhängig von der thematischen Ausrichtung von Schülerlaboren eingesetzt werden können. Themenspezifische Aspekte wurden in dieser Studie in einem separaten Teil des Fragebogens erhoben.

Wahl der Stichprobe. Eine Abnahme des Interesses an den Naturwissenschaften ist insbesondere für die Lernenden der Sekundarstufe I empirisch belegt (*Hoffmann & Lehrke, 1986*; vgl. *Krapp 2002a*) und eine Vielzahl an neueren Unterrichtskonzepten versucht, diesem Interessenabfall entgegenzuwirken. Beim Übergang in die gymnasiale Oberstufe haben die Lernenden dann die Möglichkeit, durch die Wahl der Leistungskurse sowohl quantitative als auch qualitative Schwerpunkte hinsichtlich ihrer persönlichen Interessengebiete zu setzen. Die Studie von *Roeder & Gruehn (1997)* belegt, dass das individuelle Interesse am häufigsten als Kurswahlmotiv genannt wird. Auch wenn demnach davon ausgegangen werden muss, dass bei ihnen bereits ein großes Interesse an den Naturwissenschaften besteht, wurden Schüler der Sekundarstufe II in dieser Studie hinsichtlich der Wirkung des Aufenthalts im Schülerlabor auf eine mögliche Interessenförderung untersucht. Dies liegt vor allem darin begründet, dass durch die Angebote biologisch ausgerichteter Schülerlabore mehrheitlich das Interesse gerade dieser Schülergruppe weiter gefördert werden soll, und sich alleine daraus die Notwendigkeit der empirischen Überprüfung der Zielsetzung dieser auf Interessenförderung angelegten außerschulischen Lernangebote ergibt. Zum anderen stellen *Köller, Baumert et al. (2000)* auch für Schüler der Oberstufe einen Interessenabfall fest, und zwar für Grundkurse und Leistungskurse in ähnlicher Stärke, obwohl gerade in Leistungskursen die vertiefende Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten „eigentlich das Interesse eher erhöhen oder wenigstens halten sollte“.

Methode. Die grundsätzlichen Überlegungen, die schließlich zu dem umgesetzten Evaluationskonzept (zwei Erhebungszeitpunkte, Verzicht auf einen Vortest und eine Kontrollgruppe, Erhebung von Wissen als subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb) geführt haben) sind ausführlich in Kapitel 6.1 erläutert und begründet. Aus methodischen Gesichtspunkten gelten Fragebogenerhebungen zum Interesse grundsätzlich als hinreichend valide (*Urhahne, Jeschke et al., 2004*). *Krapp (1998a)* weist jedoch auf die Problematik hin, die in einer summativen Betrachtung der Interessenlage von Schülern steckt und betont den Informationsgehalt differenzierender Betrachtungen nach Subpopulationen bzw. Themenfeldern und Kontextbedingungen eines Schulfachs.

„Denn die summative Betrachtung überdeckt die Vielschichtigkeit und Heterogenität der Interessenverläufe bei bestimmten Teilgruppen der Schülerschaft oder in den verschiedenen Inhaltsbereichen und kontextuellen Einbettungen des Unterrichtsstoffs“ (Krapp, 1998a, S. 188).

In der vorliegenden Studie wurde dieser Problematik begegnet, indem zum einen die interessenrelevanten Bedingungen der Schülerlabore sowie die molekularbiologischen Aspekte getrennt in den Fragestellungen und damit in den entsprechenden Items berücksichtigt wurden. Zum anderen wurden die Analysen dort, wo es inhaltlich begründet erschien, immer auch für Teilgruppen der Stichprobe durchgeführt. Diese Vorgehensweise kann zwar teilweise zu Interpretationsschwierigkeiten der Ergebnisse führen, weil u. U. ein Teil der Varianz einer Skala entfällt. Sie erscheint jedoch angesichts des explorativen Charakters dieser Studie vertretbar, da sich gerade aus diesen Analysen wertvolle, differenziertere Ergebnisse ergeben sowie konkrete, in quasi-experimentellen Studien zu klärende Forschungsfragen ableiten lassen. Diese differenzierten Ergebnisse, die die Erfassung unterschiedlicher Aspekte der Lernumgebung Schülerlabor erbrachte, sowie die im Vergleich gute Reliabilität der Skalen lassen eine Interessenerhebung auf diese Weise sinnvoll erscheinen.

9.2 FRAGESTELLUNGEN ZUM AKTUALISIERTEN INTERESSE, DAS IN DER AUSEINANDERSETZUNG MIT DER INTERESSANTHEIT DER LERNUMGEBUNG SCHÜLERLABOR ENTSTEHT

Der zentralen Frage dieser Arbeit nach der Wirkung des Aufenthalts im Schülerlabor auf das Interesse der Lernenden wurde anhand von differenzierten explorativen Forschungsfragen nachgegangen. Zunächst galt es jedoch, die interessenrelevanten Bedingungen der Lernumgebung Schülerlabor zu operationalisieren.

Operationalisierung der abhängigen Variablen

Die Labore bieten den Lernenden Bedingungen, die durch die Begriffe Experimente, Kontexte und authentische Lernumgebung umschrieben werden können und die unter didaktischen Gesichtspunkten als einzelne Gestaltungselemente naturwissenschaftlichen Unterrichts vielfach untersucht worden sind. Daneben sind sie Gegenstand zahlreicher Untersuchungen im Hinblick auf ihre Wirkung als Elemente eines Interesse fördernden Unterrichts. Bislang wurden sie in Studien zur Wirkung von Schülerlaboren jedoch nicht einzeln in den Blick genommen sondern die Interesse fördernde Wirkung dieser außerschulischen Lernorte wurde als Gesamtkonzept untersucht (vgl. *Engeln*, 2004). Für die vorliegende Studie wurde deshalb ein neuer Ansatz gewählt und es wurden 15 Items formuliert, teilweise unter Berücksichtigung bereits bestehender Skalen, welche das Interesse an den Experimenten, den Kontexten und der authentischen Lernumgebung abbilden. Gleichzeitig wurden die drei Dimensionen des Interesses berücksichtigt (emotionale Komponente, wertbezogene Komponente, epistemische Komponente), so dass

jeweils 5 Items eine dieser Dimensionen abbildeten. Für das Experimentieren z. B. erfasste das Item „Ich hatte Spaß daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren“ die *emotionale* Komponente, das Item „Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen“ die *wertbezogene* Komponente und das Item „Ich möchte die Experimente gerne noch einmal im Unterricht besprechen“ die *epistemische* Komponente. Diese Itemsammlung wurde einer explorativen Faktorenanalyse unterzogen, die, bis auf zwei Items zum epistemischen Interesse, eindeutig die Bedingungen der Schülerlabore, nämlich Experimentieren, Kontexte und authentische Lernumgebung als Faktoren extrahierte. Die Dimensionen des Interesses waren demgegenüber von untergeordneter Bedeutung, und lediglich zwei Items zum epistemischen Interesse bildeten einen eigenen vierten Faktor. Angesichts des explorativen Charakters der vorliegenden Studie, in der ja gerade untersucht werden sollte, ob sich die interessenrelevanten Bedingungen der Schülerlabore in ihrer Wirkung differenzieren lassen oder von den Schülern in ihrer Gesamtheit wahrgenommen werden, wurden konsequent die in der Vorstudie faktorenanalytisch extrahierten Komponenten und nicht die auf den Interessensdimensionen beruhenden, theoretisch hergeleiteten Faktoren als abhängige Variablen untersucht. Damit lassen sich erstmals Zusammenhänge der Schülerlabor-Bedingungen mit unabhängigen Variablen (Schülermerkmale, Integration des Aufenthalts im Schülerlabor in den Unterricht) beschreiben, es kann im Hinblick auf die Skalen der abhängigen Variablen jedoch kein Bezug hergestellt werden zu der Studie von *Engeln* (2004). Sie hat das Interesse der Schüler im Schülerlabor anhand der wertbezogenen, emotionalen sowie epistemischen Komponente des Interesses untersucht. Auf die Schwierigkeit der empirischen Trennung der Dimensionen des Interesses wird auch von *Schiefele* (1996) hingewiesen. Ebenso stellen *Köller, Baumert et al.* (2000) fest, dass ihre unter den Gesichtspunkten der Dimensionen des Interesses entwickelte Skala zum Interesse an Mathematik (emotionale Komponente, Wertkomponente, Flow-Erleben) in der Faktorenanalyse stets eine Ein-Faktor-Lösung ergibt und sich die Items analytisch nicht trennen lassen.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Forschungsfragen eingegangen:

Welche Wirkung zeigen Schülerlabore als Lernumgebung auf das aktualisierte Interesse der Lernenden?

Das aktualisierte Interesse der Lernenden an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung bildet über die faktorenanalytisch ermittelten Skalen die drei abhängigen Variablen, deren Zusammenhang mit den unabhängigen Variablen analysiert wurde. In der explorativen Faktorenanalyse erwiesen sich diese Bedingungen als gut trennbare und interpretierbare Faktoren mit einer hohen Reliabilität. Schülerlabore als außerschulische Lernumgebung werden hinsichtlich aller untersuchten charakteristischen Bedingungen von den Schülern in hohem Maß als interessenwirksam erlebt. Die drei Skalen zeigen untereinander signifikante, aber lediglich mittlere Korrelationen. Wie

bereits aufgrund der faktorenanalytischen Trennung der Skalen zu erwarten, bewirken die Schülerlabore ein aktualisiertes Interesse bei den Lernenden nicht als Gesamteindruck einer außerschulischen Lernumgebung, sondern aufgrund der von den Schülern einzeln als interessewirksam wahrgenommenen Bedingungen. Die relativ geringen Korrelationswerte weisen darauf hin, dass sich bei den Schülern durchaus unterschiedliche Ausprägungen des Interesses hinsichtlich der drei Skalen finden lassen. Diese Ergebnisse könnten die insgesamt hohe Akzeptanz dieser Form außerschulischer Lernumgebungen erklären, da die Interessenlage vieler Schüler angesprochen wird und z. B. ein aktualisiertes Interesse an der authentischen Lernumgebung auch unabhängig von einem aktualisierten Interesse an den Experimenten eine positive Bewertung des Aufenthalts bewirken könnte.

Weitere Analysen konnten das Ergebnis bestätigen, nach dem die Interessantheit der Lernumgebung Schülerlabor sich nicht aus der Gesamtwirkung aller Gestaltungsmerkmale dieser außerschulischen Lernumgebung auf das Interesse der Lernenden ergibt, sondern als Zusammenwirken mehrerer, voneinander zu trennender Faktoren.

Die Analyse von 9 Aspekten des Schülerlaboraufenthalts bezüglich des ihnen von den Schülern beigemessenen Wertes (explizite Erhebung der Wertkomponente des Interesses) in der Follow-up-Erhebung kommt sowohl in einer Clusteranalyse als auch in einer explorativen Faktorenanalyse zum gleichen Ergebnis. Danach unterscheidet sich der Wertfaktor, eine authentische Lernumgebung kennengelernt zu haben (Berufsalltag von Wissenschaftlern, Forschungsinstitut, pers. Kontakt zu Wissenschaftlern), deutlich von einem Wertfaktor, in dem das Durchführen der Experimente sowie das Verständnis durch das Experimentieren und der Umgang mit professionellen Geräten die höchsten Faktorladungen zeigen. Und schließlich ergibt auch die faktorenanalytische Trennung der Items zum Interessenzuwachs bzw. Wissenserwerb im Themenbereich Molekularbiologie einen Faktor „Laborarbeit und wiss. Arbeiten“, der inhaltlich teilweise den Aspekt einer authentischen Lernumgebung abdeckt, sowie einen Faktor mit einem engen Bezug zu den durchgeführten Experimenten.

Aufgrund dieser konsistenten Ergebnisse kann als bestätigt gelten, dass sich die Interessantheit der Schülerlabore als außerschulische Lernumgebungen zusammensetzt aus mehreren charakteristischen Bedingungen, die als relevante Faktoren der Interessengenese in Betracht kommen. Besonders die beiden Bedingungen Experimentieren und authentische Lernumgebung stehen in den beschriebenen und in der Folge zu diskutierenden Zusammenhängen mit den unabhängigen Variablen wie den Schülermerkmalen bzw. der Integration in den Unterricht.

Der Versuch, charakteristische Schülertypen zu identifizieren, die sich hinsichtlich ihres Interesses an den untersuchten Bedingungen der Schülerlabore unterscheiden, ergab vier Cluster. Diese zeigen zwar signifikant unterschiedliche, aber, im Gegensatz zur Vorstudie, im Wesentlichen überschneidungsfreie Clusterprofile, so dass von Schülertypen

im eigentlichen Sinne nicht gesprochen werden kann. Möglicherweise ist der vergleichsweise geringe Forschungsbezug der in der Hauptstudie untersuchten Schülerlabore eine Ursache für dieses Ergebnis. Hier sind weitere Untersuchungen in Schülerlaboren mit unterschiedlichen thematischen bzw. konzeptionellen Schwerpunkten notwendig.

Welcher Zusammenhang zeigt sich zwischen individuellem Interesse und aktualisiertem Interesse?

Das Interessenkonstrukt beschreibt das aktualisierte Interesse als ein Zusammenwirken zwischen dem bereits vorhandenen individuellen Interesse der Lernenden sowie der Interessantheit der Lernumgebung. Da das Ziel der Schülerlabore dahingehend formuliert ist, Interesse auch unabhängig von einem bei den Schülern bereits bestehenden Interesse zu wecken, kommt der Fragestellung zum Zusammenhang zwischen dem individuellen Interesse und dem aktualisierten Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore, eine besondere Bedeutung zu. Mit Korrelationswerten zwischen $r_s = ,303$ für das Interesse an der authentischen Lernumgebung, $r_s = ,376$ für das Interesse an Kontexten und $r_s = ,444$ für das Interesse an den Experimenten ist der Zusammenhang mit dem individuellen Interesse der Lernenden zwar hoch signifikant, hinsichtlich der Werte jedoch lediglich als gering bis mittel einzustufen. Diese relativ geringen Korrelationen zwischen individuellem Interesse und dem aktualisierten Interesse der Schüler an den Bedingungen der Schülerlabore sind ein Indiz dafür, dass das bereits vorhandene Interesse der Lernenden einen wichtigen, jedoch nicht den einzig relevanten Einflussfaktor hinsichtlich des im Schülerlabor auftretenden aktualisierten Interesses darstellt. Demnach ist bereits aufgrund dieser Ergebnisse davon auszugehen, dass es den Schülerlaboren gelingt, auch bei Lernenden mit einem geringer ausgeprägten Interesse an den Naturwissenschaften, ein aktualisiertes Interesse an den Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung auszulösen. Bei dieser Schülergruppe kann jedoch weniger von einem tatsächlich aktualisierten Interesse im Sinne der Interessentheorie ausgegangen werden, denn Korrelationsanalysen zwischen individuellem Interesse sowie dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung für die Teilgruppe der Lernenden mit einem geringen individuellen Interesse zeigen deutlich niedrigere und weniger signifikante Zusammenhänge mit dem bereits vorhandenen individuellen Interesse als diejenigen für die Teilstichprobe der Schüler mit einem hohen individuellen Interesse. Es galt deshalb, in weiteren Analysen die interessenwirksamen Anregungsfaktoren zu identifizieren.

Zur Klärung dieser Fragestellung wurden zunächst die übrigen Schülermerkmale, die Merkmale der Schülerlabore sowie die Integration des Aufenthalts in den Unterricht als unabhängige Variablen im Hinblick auf ihre interessenfördernde Wirkung in Korrelations- und Regressionsanalysen untersucht.

Welchen Einfluss haben individuelles Interesse vs. wahrgenommene Merkmale der Schülerlabore hinsichtlich des Interesses an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung?

Eine Forschungsfrage zielte darauf ab zu klären, inwieweit das individuelle Interesse der Schüler bzw. die wahrgenommenen Merkmale der Schülerlabore als Einflussfaktoren auf das Interesse an Experimenten, Kontexten sowie der authentischen Lernumgebung wirken. Aus der Theorie konnte die Hypothese abgeleitet werden, dass bei hohem individuellem Interesse die wahrgenommenen Merkmale der Lernumgebung einen geringeren Einfluss auf das aktualisierte Interesse haben als bei einem niedrigen Interesse. Zur Klärung der Frage wurden Regressionsanalysen durchgeführt.

Das vorhandene individuelle Interesse der Lernenden klärt gemeinsam mit den beiden Merkmalen der Schülerlabore, Instruktionsqualität sowie Einblick in Forschung, 34 % der Varianz der Skala zum aktualisierten Interesse an den Experimenten. Zeigt die Betrachtung der Gesamtstichprobe noch das individuelle Interesse als stärksten Prädiktor, erweist sich bei der Analyse für die Teilgruppe der Schüler mit geringem individuellem Interesse die Instruktionsqualität als bedeutendste Einflussvariable. Auf das Interesse an Kontexten haben das individuelle Interesse der Lernenden sowie die Instruktionsqualität einen vergleichbaren Einfluss und auch der von den Schülern während des Aufenthalts wahrgenommene Einblick in Forschung wird als Prädiktor signifikant. Diese Variable hat erwartungsgemäß die größte Bedeutung bezüglich des Interesses an der authentischen Lernumgebung und lässt in dieser Skala das vorhandene individuelle Interesse zum zweitwichtigsten Prädiktor werden. Für hoch interessierte Lerner ist das individuelle Interesse die entscheidende Einflussgröße und bewirkt gemeinsam mit der Instruktionsqualität und dem Einblick in Forschung eine Varianzaufklärung von 28 %. Insgesamt zeigt sich ein Zusammenwirken des individuellen Interesses der Schüler sowie der Merkmale der Schülerlabore hinsichtlich der abhängigen Variablen. Für Lernende mit einem geringeren individuellen Interesse haben jedoch die Merkmale der Schülerlabore und hier insbesondere die Instruktionsqualität einen größeren Einfluss auf ihr Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung als für Schüler mit einem bereits hohen individuellen Interesse. Für das aktualisierte Interesse an Experimenten und der authentischen Lernumgebung kann die Hypothese bestätigt werden, nicht jedoch für das aktualisierte Interesse an Kontexten.

Welchen Einfluss haben die erhobenen Schülermerkmale?

Gender-Effekte. In dieser Arbeit war keine Hypothese im Hinblick geschlechtsspezifische Unterschiede im aktualisierten Interesse der Schüler formuliert worden, da sich in vorliegenden empirischen Studien kein einheitliches Bild abzeichnet. Sämtliche Analysen in der vorliegenden Studie ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ge-

schlechtern, weder bezüglich der „basic needs“ als Erlebensqualitäten, noch hinsichtlich der drei Skalen zum aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung. Damit können weder die Annahmen von *Hidi & Berndorff* (1998) sowie *Hidi, Weiss et al.* (1998), die allgemein ein höheres situationales Interesse bei Jungen, besonders in kooperativen Lernformen, beschreiben, bestätigt werden noch die Ergebnisse der Studie von Berger, der in einem kontextorientierten Unterricht in der Oberstufe eine Interessensteigerung besonders in der Gruppe der Schülerinnen feststellte. Die Studien von *Engeln* (2004) sowie *Hofstein, Ben-Zvi et al.* (1976) zur Interessensförderung in Schülerlaboren bzw. bezüglich von Labwork zeigen jedoch ebenfalls, dass beide Geschlechter in gleicher Weise hinsichtlich ihres Interesses angesprochen werden.

Selbstkonzept. Wie in Kapitel 5.2.5 beschrieben, stehen Selbstkonzept und Interesse in einem Zusammenhang. In der vorliegenden Studie sollte im Rahmen einer explorativen Fragestellung untersucht werden, ob das Selbstkonzept der Lernenden mit allen Skalen zum aktualisierten Interesse signifikant korreliert. Das Selbstkonzept der Schüler steht jedoch lediglich mit dem aktualisierten Interesse an den Experimenten in einem signifikanten Zusammenhang. Diese Skala, in der auch das Interesse an der experimentellen Tätigkeit erhoben wird, beinhaltet damit im Vergleich zu den beiden anderen Skalen deutliche Handlungsaspekte, die den signifikanten Zusammenhang zum Selbstkonzept der Lernenden erklären können. Für die Untersuchungen handlungsorientierter Lernumgebungen wie Schülerlaboren sollte die Bedeutung des Selbstkonzepts evtl. in weiteren Studien genauer in den Blick genommen werden, als es in dieser Studie möglich war. Das Selbstkonzept als Selbsteinschätzung der Fähigkeiten der Lernenden erweist sich auch als signifikanter Prädiktor für das Kompetenzerleben. Dieser Zusammenhang, auf den im Abschnitt zu der Bedeutung der „basic needs“ näher eingegangen wird (vgl. 9.3), entspricht den Erwartungen und lässt sich aus der Theorie ableiten. Für die Skala zum Selbstkonzept der Schüler war ein Deckeneffekt festgestellt worden, der wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass sich die Stichprobe ganz überwiegend aus Leistungskurschülern zusammensetzt.

Welche Bedeutung hat die Integration des Aufenthalts in den Unterricht?

Die Skala, über die die **Vorbereitung des Schülerlaboraufenthalts im Unterricht** operationalisiert wurde, zeigt signifikante, jedoch eher niedrige Korrelationen mit allen Skalen des aktualisierten Interesses. Mit einem Wert von $r_s = ,323$ zeigen sich erwartungsgemäß die deutlichsten Zusammenhänge mit dem Interesse an den Experimenten. Die Betrachtung auf der Ebene von Teilstichproben der Schüler mit einem hohen vs. einem niedrigen Grad an Vorbereitung lässt den Zusammenhang zwischen dem Grad der Vorbereitung im Unterricht sowie den Interessenskalen deutlicher werden, da sich beide Vergleichsgruppen hinsichtlich ihres Interesses an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung auf höchstsignifikantem Niveau unterscheiden. Die durch-

geführten Regressionsanalysen zum Einfluss des individuellen Interesses sowie der Vorbereitung im Unterricht belegen eine signifikante Prädiktorwirkung der Vorbereitung für das aktualisierte Interesse an den Experimenten. Beschrieben ist die Bedeutung der Integration in den Unterricht hinsichtlich des Interesses an Labwork auch von *Gardner & Gauld* (1990), *Fraser & Griffith* (1992) sowie *Kirschner* (1992).

Die Vorbereitung im Unterricht hat über den direkten Zusammenhang hinaus auch indirekte Wirkungen hinsichtlich der abhängigen Variablen, indem die Variable für zwei der drei „basic needs“ als signifikanter Prädiktor fungiert. Das Kompetenzerleben der Lernenden wird von der Vorbereitung im Unterricht in einem signifikanten Maß beeinflusst und entgegen der Erwartung ist die Vorbereitung im Unterricht auch für das Erleben der sozialen Eingebundenheit der beste Prädiktor. Auf diese Zusammenhänge und mögliche Interpretationen wird im Abschnitt zu den „basic needs“ eingegangen (Kap. 9.3). Bei der Prüfung auf mögliche weitere Mediatoreffekte (vgl. Kap. 7.4.3) wurde ein solcher auch für die Skala Einblick in Forschung festgestellt. Das bedeutet, dass ein Teil des totalen Einflusses der Variablen Vorbereitung im Unterricht auf das aktualisierte Interesse über die Variable Einblick in Forschung als Mediatorvariable vermittelt wird und damit einen indirekten Effekt auf die abhängige Skala darstellt. Dieser zunächst unerwartete Effekt könnte möglicherweise darauf zurückzuführen sein, dass die Vorbereitung der Schüler und damit verbunden ein hohes Konzeptwissen die Wahrnehmung des im Schülerlabor gebotenen Einblicks in Forschung positiv beeinflusst.

Welche mittelfristigen Wirkungen hinsichtlich des Interesses hat der eintägige Aufenthalt im Schülerlabor?

Interessengenese muss als langfristiger Prozess verstanden werden (vgl. Kap. 5.2.4) und diesbezügliche Effekte sind aufgrund eines einmaligen Aufenthalts in einem Schülerlabor nicht zu erwarten. In dieser Studie konnten deshalb nur im Rahmen explorativer Fragestellungen Tendenzen analysiert werden, die auf eine Stabilisierung des im unmittelbaren Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor gezeigten aktualisierten Interesses hindeuten. In der Follow-up-Erhebung wurde zum einen noch einmal das Interesse der Schüler an den drei interesserelevanten Bedingungen der Schülerlabore erhoben, zum anderen wurde anhand einer weiteren Fragestellung untersucht, inwieweit die Lernenden verschiedene Aspekte des Aufenthalts im Schülerlabor hinsichtlich der subjektiv wahrgenommenen Bedeutsamkeit einschätzen. Damit wurde die Wert-Komponente des Interesses erhoben, die im Modell der Interessengenese mit der hold-Komponente und damit mit einem bereits stabilisierten situationalen Interesse in Verbindung gebracht wird (vgl. 5.2.3). Experimentieren und das Arbeiten an professionellen Geräten erfahren die größte Wertbeimessung durch die Schüler vor der positiven Bewertung der authentischen Lernumgebung. Der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern erscheint den Lernenden im Nachhinein am wenigsten wichtig.

Nach 12 Wochen ist das Interesse der Lernenden an den drei interesserelevanten Bedingungen der Schülerlabore insgesamt immer noch als hoch zu bezeichnen. Während

das Interesse an der authentischen Lernumgebung unverändert ist, sinkt jedoch das Interesse an Kontexten signifikant ab, das Interesse an den Experimenten sogar höchstsignifikant. In den entsprechenden Skalen waren die emotionale, epistemische sowie die Wertkomponente des Interesses berücksichtigt worden. Es kann angenommen werden, dass gerade das Experimentieren als Handlung zum Zeitpunkt der Erstbefragung unmittelbar im Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor noch sehr positiv wahrgenommen wird und ein hohes Maß an aktualisiertem Interesse besonders über die emotionale Interessenkomponente (z. B. „Der Umgang mit den Geräten war spannend“) bewirkt. Diese emotionale Teilkomponente des Interesses in Verbindung mit der Tätigkeit Experimentieren könnte jedoch am ehesten im Verlauf der folgenden Wochen abnehmen, so dass es nur deshalb zu einem signifikanten Absinken des aktualisierten Interesses an den Experimenten in der Gesamtskala kommt, während ein Interesse an der authentischen Lernumgebung, das nicht handlungsbasiert entstanden ist, sich über diesen Zeitraum als stabil erweist. Für diese Interpretation spricht die oben beschriebene hohe Wertbeimessung der Schüler gerade für die Durchführung der Experimente in der Follow-up-Erhebung. Dieses Ergebnis deckt sich im Übrigen mit den Ergebnissen der Studie von *Engeln* (2004, die ein Absinken der emotionalen Interessenkomponente sowie einen Anstieg der Wertkomponente des Interesses in ihrer Follow-up-Erhebung feststellte. Unter Berücksichtigung der relativ hohen Skalenmittelwerte sowie der Höhe der Scores der einzelnen Items, besonders auch für die Items, über die die Wertkomponente des Interesses erhoben wird, kann durchaus von einem stabilisierten aktualisierten Interesse an der Lernumgebung Schülerlabor auch nach einem Zeitraum von 12 Wochen gesprochen werden.

9.3 FRAGESTELLUNGEN IM HINBLICK AUF DIE BEDEUTUNG DER „BASIC NEEDS“

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwicklung von Interesse in entscheidendem Maße von den Möglichkeiten zur Befriedigung der „basic needs“ (Kompetenzerleben, Autonomieerleben, soziale Eingebundenheit) bei der Bewältigung von Aufgaben aus dem betreffenden Gegenstandsbereich abhängt (vgl. Kap. 5.3.2). Bisher liegen jedoch nur wenige empirische Studien vor, die die genannten Aspekte bezüglich der Entwicklung von Interesse während der Lernphase berücksichtigen (*Krapp*, 2005). In der vorliegenden Studie wurden die „basic needs“ retrospektiv im unmittelbaren Anschluss an den Besuch des Schülerlabors über entsprechend formulierte Items erhoben.

Interessante Fragestellungen ergaben sich vor allem dadurch, dass über die Erhebung der „basic needs“ sowohl Aspekte der Interessengenese als auch Aspekte der Gestaltung von handlungsorientierten, auf das Experimentieren ausgerichteter Lernumgebungen analysiert und hinsichtlich ihrer Bedeutung betrachtet werden können. Die Operationalisierung der drei Skalen erfolgte dementsprechend unter Bezug auf Erkenntnisse zum Experimentieren bzw. zu Labwork-Lernumgebungen (vgl. Kap. 4.3). Über das

Kompetenzerleben wurde u. a. die ausreichende Wissensbasis bezüglich der Experimente erhoben, das Autonomieerleben wurde operationalisiert über die Offenheit der experimentellen Situation und die Skala zum Erleben der sozialen Eingebundenheit berücksichtigte die für experimentelle Lernsituationen relevanten Aspekte einer kooperativen Lernform und kommunikativer Prozesse.

Die „basic needs“ zeigen Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen, die im Folgenden dargestellt werden, bevor auf die Zusammenhänge mit den abhängigen Variablen eingegangen wird.

Welche Einflussvariablen lassen sich für die „basic needs“ identifizieren?

- Für das **Kompetenzerleben** der Lernenden, das zwar einige hochsignifikante, aber dennoch nur im Bereich um $r_s = 0,3$ liegende Korrelationen zu den Schülermerkmalen sowie der Integration in den Unterricht zeigte, ist, wie Regressionsanalysen gezeigt haben, die Instruktionsqualität der wesentliche Prädiktor, gefolgt vom Selbstkonzept sowie der Vorbereitung im Unterricht. Offensichtlich ist die wahrgenommene Instruktionsqualität, d. h. die Betreuung durch die Wissenschaftler während des Aufenthalts, in der Lage, Defizite in der Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht und damit im Konzeptwissen der Lernenden auszugleichen, so dass sich der Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und Vorbereitung im Unterricht geringer als erwartet zeigt.

Besonders für Lernende mit einem niedrigen individuellen Interesse klären die drei Prädiktoren einen noch bedeutenderen Teil der Varianz (34%) und die Instruktionsqualität, operationalisiert als die wahrgenommene Unterstützung und Kommunikation mit den Wissenschaftlern, erhält im Modell für diese Teilgruppe ein noch größeres Gewicht. Bei hoch interessierten Schülern wird die Vorbereitung im Unterricht als Prädiktor nicht mehr signifikant und die Instruktionsqualität ist von wesentlich geringerer Bedeutung als bei den Lernenden mit einem geringen individuellen Interesse. Dafür hat bei ihnen das vorhandene individuelle Interesse den größten Einfluss auf das Kompetenzerleben. Diese Ergebnisse sind insofern von Bedeutung, als das Kompetenzerleben in einem signifikanten Zusammenhang mit den Skalen zum aktualisierten Interesse, besonders dem Experimentieren, steht. Schülern mit einem niedrigen Interesse kann dieses Kompetenzerleben ermöglicht werden durch eine gute Qualität der Instruktion im Schülerlabor bzw. durch ein ausreichendes Konzeptwissen infolge der Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht, während bereits hoch interessierte Schüler dieser Unterstützung offensichtlich nicht in gleichem Maße bedürfen.

- Für das **Autonomieerleben** der Lernenden ist die Instruktionsqualität alleiniger signifikanter Prädiktor. Die Wahrnehmung der Offenheit der experimentellen Lernumgebung wird so alleine durch die Qualität der Betreuung und Anleitung

durch die Wissenschaftler beeinflusst, ein erwarteter Einfluss der Vorbereitung des Aufenthalts im Unterricht wurde nicht signifikant.

- Die **soziale Eingebundenheit**, operationalisiert über Items zur Kommunikation und Zusammenarbeit der Lernenden wird im Wesentlichen durch die Vorbereitung im Unterricht, aber auch durch den Einblick in Forschung beeinflusst. Dieser letztgenannte Prädiktor lässt sich nicht eindeutig interpretieren, könnte jedoch darauf hindeuten, dass die Schüler im Schülerlabor umso besser zusammenarbeiten und kommunizieren, je mehr sie es als eine forschungsnahe, authentische Lernumgebung wahrnehmen. Überraschend ist auch der Zusammenhang zwischen der Integration in den Unterricht und der sozialen Eingebundenheit. Vergewärtigt man sich jedoch die Items dieser Skala, kann ein Bezug insofern hergestellt werden, als die Vorbereitung im Unterricht ein höheres Maß an Kommunikation der Schüler über die Experimente während des Experimentierens bewirkt. Weitere Untersuchungen könnten Aufschluss darüber geben, ob diese Integration des Aufenthalts in die Thematik des Unterrichts und das damit vorhandene Konzeptwissen der Schüler nicht nur die Quantität sondern auch die Qualität der Kommunikation während des Aufenthalts im Schülerlabor beeinflussen. *Niedderer, Tiberghien et al. (2002)* stellten in ihrer Studie fest, dass Schüler während der üblichen experimentellen Tätigkeit weniger als 10% der Zeit über die physikalischen Inhalte kommunizieren, so dass alleine der Umgang mit Geräten nicht dazu beiträgt, Theorie und Praxis zu verbinden. In der Studie von *Haller Welzel et al. (1999)* kommunizieren Studierende auch nach Aufforderung nicht über die Experimente.

Welchen Einfluss haben die „basic needs“ auf die abhängigen Variablen?

In der vorliegenden Untersuchung sollte geklärt werden, ob die „basic needs“ sich als Variablen identifizieren lassen, die in der besonders handlungsorientierten Lernumgebung Schülerlabor im Hinblick auf das Interesse der Schüler eine Rolle spielen. Die dazu formulierten Hypothesen, die einen signifikanten Zusammenhang postulierten, konnten bestätigt werden.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalysen zeigen zunächst, dass die drei Skalen zum Kompetenzerleben, zum Autonomieerleben sowie zur sozialen Eingebundenheit maximal mit Werten für Spearman's Rho von $r_s = ,223$ korrelieren und sich damit als relativ unabhängig voneinander erweisen. *Lewalter, Krapp et al. (1998)* beschreiben die theoretische Bedeutsamkeit aller drei „basic needs“ für die Entstehung von Interesse, stellen jedoch in ihrer auf Interviews beruhenden Studie fest, dass lediglich 20% der Befragten alle drei Erlebensqualitäten als interessenrelevant betrachten und das Kompetenzerleben in den Interviews am häufigsten als interessenwirksame Erlebensqualität benannt wird. Für das Kompetenzerleben zeigt sich in der vorliegenden Studie die größte Korrelation mit dem aktualisierten Interesse der Schüler an den Experimenten. Die unterschiedlichen Korrelationen der drei Skalen zum aktualisierten Interesse mit den drei „basic

needs“ können folgendermaßen interpretiert werden: **Kompetenzerleben** ist vor allem während der Durchführung der Experimente von Bedeutung und vor diesem Hintergrund ist die Höhe der Korrelation nicht überraschend. Das **Gefühl der sozialen Eingebundenheit**, also die Kommunikation und Zusammenarbeit der Lernenden, steht mit dem Interesse an allen drei Aspekten der Schülerlabore (Experimentieren, Kontexte, authentische Lernumgebung) in einem vergleichbaren Zusammenhang. Auch die Ergebnisse zahlreicher Studien, in denen der SLEI-Fragebogen zur Erfassung der Wirkung von Labwork eingesetzt wurde zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Zusammenarbeit der Schüler (student cohesiveness) und einer positiven Einstellung gegenüber Labwork (Fisher, Harrison et al., 1999). Soziale Eingebundenheit in der Gruppe während des Experimentierens wird ebenso von Gardner & Gauld (1990) sowie Fraser & Griffith (1992) als interessenwirksam beschrieben.

Auffallend sind dagegen zunächst die Ergebnisse zum **Autonomieerleben**. Der Zusammenhang mit den drei Skalen der abhängigen Variablen ist für diese Erlebensqualität am niedrigsten und erreicht selbst für das Interesse an den Experimenten lediglich einen Wert von $r_s = ,187$. Obwohl auch Lewalter, Krapp et al. (1998) für das Autonomieerleben die geringsten Zusammenhänge mit der Entwicklung von Interesse feststellen, war in der vorliegenden Studie gerade für das Interesse an den Experimenten ein hoher Zusammenhang erwartet worden, da die Skala zum Autonomieerleben die Offenheit der experimentellen Situation und damit die Realisierung der in zahlreichen Studien zu Labwork beschriebenen motivationsfördernden open-ended - Experimente erfasst (vgl. Kap. 4.3). Zwei Möglichkeiten der Interpretation bieten sich an: Zum einen könnten die Schüler in der für die neuen Lernumgebung Schülerlabor einen hohen information load, d. h. eine von Johnstone & Wham (1982) beschriebene hohe kognitive Auslastung in der experimentellen Lernumgebung empfunden haben, so dass sie von sich aus insgesamt kein Bedürfnis nach einem höheren Maß an Autonomie verspürten. Zum anderen ist es wahrscheinlich, dass die Ursache für dieses Ergebnis nicht nur in der Lernumgebung, sondern in den durchgeführten Experimenten selbst liegt. Es handelte sich um Versuche zur Molekularbiologie, die einer schrittweisen Anleitung folgend ausgeführt werden müssen und damit den Charakter von cook-book-Experimenten haben. Sie bieten keinen Spielraum für Veränderungen im Versuchsablauf und eventuelle eigene experimentelle Ansätze der Schüler. Die Lernenden haben dies erkannt, und um ein aktualisiertes Interesse an diesen Experimenten zu entwickeln, ist ein hohes Autonomieerleben dann nicht erforderlich. Auch Engeln (2004) stellte in ihrer Studie fest, dass die Offenheit der Lernumgebung Schülerlabor lediglich in einem geringen Zusammenhang mit dem aktualisierten Interesse steht, und Erhebungen mit dem häufig eingesetzten SLEI-Fragebogen ergaben für alle Skalen außer der Open-endedness einen Zusammenhang mit den Einstellungen der Schüler bezüglich Labwork (Fisher, Harrison et al., 1998). Befragt nach möglichen Optionen für weitere Besuche antworten jedoch 72 % der Befragten der vorliegenden Studie, dass sie bei einem Aufenthalt in einem Schülerlabor gerne die Möglichkeit hätten, selbst Experimente zu entwickeln bzw. zu variieren.

Verdeutlicht werden die Ergebnisse in den Anteilen der gemeinsamen Varianz, die für das Interesse an den Experimenten als handlungsorientierter Auseinandersetzung der Schüler im Schülerlabor mit dem Kompetenzerleben 21,6%, für die soziale Eingebundenheit 14,4 % und für das Autonomieerleben lediglich 2,4 % beträgt.

9.4 GESAMTBETRACHTUNG DER FRAGESTELLUNGEN 9.2 UND 9.3.

In die abschließende Gesamtbetrachtung des Modells gehen sowohl die unabhängigen Variablen als auch die „basic needs“ als mögliche Prädiktoren des aktualisierten Interesses an den Experimenten, den Kontexten sowie an der authentischen Lernumgebung ein.

Wie bereits für den Faktor Vorbereitung im Unterricht diskutiert, sind auch für das individuelle Interesse *Mediatorvariablen* identifiziert worden. Für den Einfluss auf die abhängigen Variablen sind das Kompetenzerleben, und in geringem Maße das Erleben der sozialen Eingebundenheit sowie der Einblick in Forschung als solche festgestellt worden. Aufgrund der gehäuften Mediatoreffekte ist in dem Gesamtmodell deshalb die Prädiktorwirkung des individuellen Interesses tatsächlich etwas höher als es der standardisierte Regressionskoeffizient ausdrückt. Diese festgestellten Mediatoreffekte sind insbesondere in Studien zum Zusammenwirken von individuellem Interesse mit der Interessantheit der Lernumgebung zu erwarten. So beschreibt *Krapp* (1992, S. 756) einen Effekt, der die Mediatorwirkung der Variable Einblick in Forschung erklären kann: „Hohes individuelles Interesse bewirkt eine bessere Beurteilung der Interessantheit, unabhängig von der didaktischen Gestaltung der Lernumgebung“.

Die Gesamtheit der Variablen ist in die Regressionsanalysen eingegangen. Für das Interesse an den Experimenten werden in diesem Gesamtmodell 40 % der Varianz erklärt, für das Interesse an den vermittelten Kontexten 33 %. Für das Interesse an der authentischen Lernumgebung wird mit den in der Regressionsanalyse signifikant werdenden Prädiktoren lediglich ein Anteil von 14% der Varianz erklärt.

Für alle drei abhängigen Variablen sind die signifikanten Prädiktorvariablen in Tabelle 9.1 dargestellt.

Tabelle 9.1: Gesamt-Regressionsmodell. Dargestellt sind die signifikanten Prädiktoren für das aktualisierte Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung. Die Zahlen drücken die Rangfolge der Beta-Werte aus.

	Aktualisiertes Interesse an		
	Experimenten	Kontexten	auth. Lernumgebung
Individuelles Interesse	1.	2.	
Einblick Forschung		2.	1.
Instruktionsqualität	2.		
Soz. Eingebundenheit	4.	1.	
Kompetenzerleben	3.		

Das Kompetenzerleben und die soziale Eingebundenheit werden auch in dem Gesamtmodell als Prädiktoren signifikant, das Kompetenzerleben erwartungsgemäß nur hinsichtlich des Interesses an den Experimenten. Auch die Instruktionsqualität ist nur hinsichtlich dieser abhängigen Variablen ein signifikanter Prädiktor. Der Einblick in Forschung wird dagegen bezüglich des Interesses an Kontexten und der authentischen Lernumgebung zur signifikanten Einflussvariable. Die Variable Vorbereitung im Unterricht wird in diesem Gesamtmodell für keine der abhängigen Variablen zum signifikanten Prädiktor. Wahrscheinlich ist der Einfluss dieses Faktors über die drei identifizierten Mediatorvariablen (soziale Eingebundenheit, Kompetenzerleben, Einblick in Forschung) gegeben, deren jeweilige Mediatorwirkung nur relativ gering ist, die jedoch gemeinsam bewirken können, dass der direkte Effekt der Vorbereitung als Prädiktor im Gesamtmodell nicht mehr signifikant wird. Hervorzuheben ist noch einmal die Prädiktorwirkung des individuellen Interesses, die sich bezüglich der abhängigen Variablen deutlich unterscheidet und damit darauf hinweist, dass die charakteristischen Bedingungen der Schülerlabore als Lernumgebung sowohl hoch interessierte als auch weniger interessierte Schüler ansprechen können. In der Gesamtbetrachtung führt dies wahrscheinlich zu der beschriebenen hohen Akzeptanz dieser außerschulischen Lernumgebungen.

Die Operationalisierung der „basic needs“ in dem untersuchten Evaluationsmodell leistet einen wesentlichen Erklärungsbeitrag hinsichtlich des während des Aufenthalts im Schülerlabor entwickelten Interesses der Lernenden, auch wenn die beschriebenen Mediatoreffekte auftreten und analysiert werden müssen. Strukturgleichungsmodelle würden eine Gesamtmodellierung der Zusammenhänge ermöglichen, sie konnten aber aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Studie nicht zur Anwendung kommen. Insbesondere das Interesse an den Experimenten lässt sich über die Erhebung der „basic needs“ empirisch gut untersuchen. Die geringe Bedeutung des Faktors Autonomie und damit einhergehend die geringe Bedeutung offener experimenteller Lernumgebun-

gen in Schülerlaboren hinsichtlich der Interessengenese lässt in dieser Studie Fragen offen und sollte in quasiexperimentellen Studien untersucht werden.

9.5 INTERESSENZUWACHS UND WISSENSERWERB IM BEREICH MOLEKULARBIOLOGIE

Das Interesse an verschiedenen Themen der Molekularbiologie war in Anlehnung an die Studie von *Todt & Götz* (1998) operationalisiert worden als Zuwachs an Interesse bzw. subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb für jeweils 19 gleiche Aspekte zum Thema. Sowohl eine hierarchische Clusteranalyse als auch eine explorative Faktorenanalyse führten zu dem überraschenden Ergebnis, dass eine fast vollständige Trennung der Items nach subjektiv wahrgenommenem Wissenserwerb sowie Interessenzuwachs erfolgt. Das Ergebnis dieser explorativen Analysen entspricht jedoch den Ergebnissen von *Todt & Götz* (1998), die das Interesse an verschiedenen Aspekten der Gentechnik ebenfalls als „wenig wissenschaftlich“ bezeichnen. Neben einem Faktor, der einen unmittelbaren inhaltlichen Bezug zu den durchgeführten Experimenten repräsentiert, wurde ein zweiter Faktor mit einem Bezug zu allgemeinen, im Schülerlabor nicht thematisierten Aspekten der Molekularbiologie identifiziert. Ein dritter Faktor stellt den Bezug dar zu Aspekten der Laborarbeit bzw. wissenschaftlichen Arbeit. Diese Faktorenstruktur ermöglicht Analysen zur Klärung der Frage, inwieweit der Interessenzuwachs bzw. der subjektiv wahrgenommene Wissenserwerb sich auf die Thematik der während des Aufenthalts im Schülerlabor durchgeführten Experimente beschränkt bzw. darüber hinaus allgemeine Aspekte der Molekularbiologie oder Aspekte der wissenschaftlichen Arbeit im Labor umfasst.

Die drei Skalen zum Interessenzuwachs weisen ähnliche Mittelwerte auf und zeigen damit, dass ein Interessenzuwachs sich generell nicht auf die Aspekte der durchgeführten Experimente beschränkt sondern dass auch das allgemeine Interesse an Aspekten der Molekularbiologie positiv beeinflusst wird. Im Gegensatz dazu erweist sich der subjektiv wahrgenommene Wissenserwerb erwartungsgemäß nur hinsichtlich der Thematik der durchgeführten Experimente als bedeutsam.

Die Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen werden im Folgenden diskutiert.

Zeigen sich Zusammenhänge mit dem individuellen Interesse?

Auch für den Themenbereich Molekularbiologie treten in dieser Studie Unterschiede zwischen Lernenden mit einem hohen bzw. niedrigen individuellen Interesse auf. Hoch interessierte Schüler bekunden ein epistemisches Interesse auch an den nicht unmittelbar im Schülerlabor behandelten allgemeinen Aspekten bzw. an Laborarbeit und wissenschaftlicher Arbeit in einem signifikant höheren Maße als weniger an Naturwissenschaften interessierte Schüler. Lediglich für das epistemische Interesse an den durchgeführ-

ten Experimenten wird der Unterschied gerade nicht mehr signifikant und spricht dafür, dass Lernende mit einem geringen individuellen Interesse durch das eigene Experimentieren einen vergleichbaren Interessenzuwachs an diesem auf die Experimente bezogenen Themenbereich zeigen, jedoch nicht über den unmittelbaren Bezug zu den Experimenten hinaus. Eine Differenzierung der Ergebnisse zeigt dabei insbesondere für das untere Drittel der Skalenwerte im individuellen Interesse einen stark linearen Zusammenhang mit dem Interessenzuwachs, so dass gerade bei diesen weniger an Naturwissenschaften interessierten Schülern ein Zusammenhang mit dem Interessenzuwachs vorhanden ist, während das epistemische Interesse der bereits hoch interessierten Schüler ein gleich bleibendes Niveau aufweist.

Die Ergebnisse lassen sich in der Weise interpretieren, dass sowohl Schüler mit einem hohen als auch mit einem niedrigen individuellen Interesse ein epistemisches Interesse entwickeln, das sich jedoch spezifisch für weniger Interessierte eher auf die durchgeführten Experimente beschränkt, während hoch interessierte Schüler ihr Interesse auch auf molekularbiologische Aspekte (wissenschaftliches Arbeiten, allgemeine Aspekte) ausdehnen, die über die durchgeführten Experimente hinausgehen.

Für den Wissenserwerb stellen sich die Ergebnisse hinsichtlich der beiden Lernergruppen ganz anders dar: Beide Teilstichproben zeigen keinen signifikanten Unterschied im subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb für drei der vier Skalen. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Schüler mit einem geringeren individuellen Interesse ihren Interessenzuwachs zwar auf die Themen der Experimente beschränken, jedoch in allen Aspekten der Molekularbiologie einen subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb bekunden, der dem hoch interessierter Lerner entspricht.

Zeigen sich Zusammenhänge mit der Vorbereitung im Unterricht?

Während also unterschiedliche Niveaus im individuellen Interesse gerade im Bezug auf den Interessenzuwachs an den durchgeführten Experimenten keine signifikante Bedeutung haben, ist es hinsichtlich unterschiedlicher Grade der Vorbereitung im Unterricht umgekehrt. Hier zeigen besonders die gut vorbereiteten Schüler auch einen auf hochsignifikantem Niveau höheren Interessenzuwachs an den durchgeführten Experimenten. Es ist wenig erstaunlich, dass sich dieser Unterschied bezüglich des subjektiven Wissenserwerbs nicht zeigt. Gut vorbereitete Schüler mit einem ausreichenden Vorwissen erweitern bei einem Aufenthalt im Schülerlabor ihr Konzeptwissen nicht in signifikant höherem Maße als wenig vorbereitete Schüler. Andererseits zeigen diese Ergebnisse aber auch, dass gerade die Lernenden mit einem geringen Konzeptwissen aus dem Unterricht während des Aufenthalts im Schülerlabor etwas dazulernen, vor allen Dingen hinsichtlich der durchgeführten Experimente. Signifikant werden die Unterschiede zwischen den beiden Teilstichproben lediglich bezüglich der Skala zu Laborarbeit und wissenschaftlicher Arbeit. Hier zeigen die gut vorbereiteten Schüler den signifikant höheren Wissenserwerb. Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass nur sie während des Aufenthalts im Schülerlabor aufgrund ihres vorhandenen Konzeptwissens ihr Augenmerk auf diesen charakteristischen Aspekt der Schülerlabore richten.

Welche Einflussfaktoren lassen sich identifizieren?

Regressionsanalysen für das epistemische Interesse bzw. den Wissenserwerb *hinsichtlich der durchgeführten Experimente* belegen die große Bedeutung der Instruktionsqualität, die für den Interessenzuwachs gemeinsam mit dem individuellen Interesse, für den Wissenserwerb gemeinsam mit dem Kompetenzerleben den besten Prädiktor darstellt. Auch für das themenspezifische Interesse an Experimenten zur Molekularbiologie ist damit die Betreuung und Anleitung während des Aufenthalts im Schülerlabor von signifikanter Bedeutung.

Methodenkritische Anmerkung. Obwohl sich die Erhebung des Wissens als subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb aufgrund der Konzeption der Evaluationsstudie (Kap. 6.1) gut begründen lässt und auch die Erhebung des Interesses im Bereich Molekularbiologie als Interessenzuwachs zu gut interpretierbaren Ergebnissen führt, ergeben sich Probleme dort, wo aktualisiertes Interesse mit dem Interessenzuwachs verglichen werden soll. Hier wäre zu prüfen, ob nicht eine Erhebung des themenspezifischen vorhandenen Interesses an Molekularbiologie über zwei Erhebungszeitpunkte eine bessere Vergleichbarkeit mit den übrigen Interessensskalen bei gleicher Aussagekraft hinsichtlich des Interessenzuwachses ermöglichen könnte.

Interesse an Molekularbiologie vs. tätigkeitszentrierte Motivation

Schülerlabore sind Lernumgebungen, die den Schülern eine handelnde, experimentelle Auseinandersetzung mit einem Themenbereich in einem Ausmaß und einer Qualität ermöglichen, wie sie im herkömmlichen Unterricht in der Schule in der Regel nicht verwirklicht ist. Unter Bezug auf die Theorien zur Motivation und zum Zusammenhang zwischen Motivation und Interesse (vgl. Kap. 5.1.1) stellt sich daher die Frage, ob es sich bei dem im Schülerlabor gezeigten aktualisierten Interesse tatsächlich ausschließlich um ein gegenstandsbezogenes, d. h. auf die thematischen Inhalte bezogenes Interesse oder nicht auch um eine (teilweise) tätigkeitszentrierte intrinsische Motivation handelt, die sich in einer motivierten Tätigkeit des Experimentierens als Handlung äußert, ohne jedoch ein Interesse an den thematischen Inhalten des Experiments vorauszusetzen (vgl. *Schiefele*, 1996). Die Beantwortung dieser Frage setzt allerdings ein quasiexperimentelles Untersuchungsdesign voraus und im Rahmen dieser explorativen Studie können lediglich Hinweise auf eine in der handlungsorientierten Lernumgebung auch aktivierte tätigkeitszentrierte Motivation gegeben werden, denen in weiteren Studien mit expliziten Fragestellungen nachgegangen werden müsste. Betrachtet man die Korrelationen der allgemeinen Interessensskalen mit den Skalen zum Interessenzuwachs hinsichtlich des Themas Molekularbiologie fällt auf, dass das aktualisierte Interesse an den Experimenten am höchsten mit dem Interessenzuwachs im Bereich Laborarbeit und wissenschaftliches Arbeiten korreliert und einen deutlich geringeren Zusammenhang zum epistemischen

Interesse an den inhaltlichen Aspekten zeigt. Der „Umgang mit professionellen Geräten“ erfährt von den Schülern die höchste Wertbeimessung von insgesamt neun thematisierten Aspekten. Bestätigung erfährt dieses Ergebnis durch die Auswertung der offenen Fragen, in der die Kategorien „Experimentieren“ mit 37,4 % und der „Umgang mit Laborgeräten“ mit 16,1 % als diejenigen Aspekte benannt werden, die den Schülern bezüglich des Aufenthalts im Schülerlabor am besten gefallen haben, weit vor der „Verbindung zwischen Theorie und Praxis“ (4%) oder der „Vertiefung des Wissens“. Auch die Tatsache, dass 20% der Lernenden die Frage, was ihnen am wenigsten gefallen habe, mit „zu viel Theorie“ beantwortet haben, weist in die Richtung, dass die Tätigkeit des Experimentierens zumindest für einen Teil der Schüler beim Aufenthalt im Schülerlabor im Vordergrund steht. Dass gerade in situierteren, handlungsgeprägten Lernumgebungen neben dem Interesse auch die tätigkeitstzentrierte Motivation günstig beeinflusst wird, wird von *Stark & Mandl* (2000) beschrieben. Erkenntnisse hinsichtlich dieser Zusammenhänge können es den Schülerlaboren ermöglichen, ihre Konzeptionen entsprechend ihrer Zielsetzung auf die Förderung eines inhaltsspezifischen Interesses bzw. einer tätigkeitstzentrierten Motivation auszurichten.

9.6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die untersuchten Schülerlabore haben sich in dieser Studie als Lernumgebungen erwiesen, die bei den Lernenden auf eine hohe Akzeptanz stoßen. Mit ihren charakteristischen Bedingungen sprechen sie die Interessenlage der Schüler an und die Ergebnisse dieser Studie bestätigen eine das Interesse fördernde Wirkung dieser neuartigen Lernumgebungen.

Das bereits vorhandene Interesse kann als bedeutender, nicht jedoch als einziger Einflussfaktor auf das aktualisierte Interesse identifiziert werden. Weitere identifizierte Einflussfaktoren bezüglich des Interesses der Lernenden lassen sich über eine gute Zusammenarbeit zwischen Schulen und Schülerlaboren durchaus beeinflussen.

So stellt die Vorbereitung des Schülerlaboraufenthalts im Unterricht einen bedeutenden Prädiktor des aktualisierten Interesses dar und beeinflusst auch das Erleben von Kompetenz und sozialer Einbindung. Diese Ergebnisse sollten zum Anlass genommen werden, die Integration der Schülerlaboraufenthalte in die Unterrichtsthematik weiter zu optimieren. Dafür spricht auch das in Abhängigkeit vom Grad der Vorbereitung höhere Interesse an den thematischen Inhalten der Experimente. Inwieweit der Faktor Integration in den Unterricht Einfluss darauf hat, ob Schüler themenspezifisches Interesse oder eine eher tätigkeitstzentrierte Motivation im Schülerlabor entwickeln, ist in experimentellen Studien zu untersuchen.

Bisher wurden kognitive Aspekte des Aufenthalts in Schülerlaboren kaum in den Blick genommen, da kognitive Lernziele kein primäres Ziel der Schülerlabore darstellen. Die in dieser Studie gezeigten Ergebnisse hinsichtlich eines subjektiv wahrgenommenen Wis-

senserwerbs, gerade auch von Lernenden mit einem geringeren individuellen Interesse könnten jedoch zum Anlass genommen werden, auch die kognitiven Wirkungen im Rahmen von Schülerlaboraufenthalten zu untersuchen. Dieser Aspekt ist vor allen Dingen für solche Schülerlabore in Betracht zu ziehen, für die sich, wie in der vorliegenden Studie, ein enger Bezug ihrer Experimentierangebote mit dem Fachunterricht in der Schule herstellen lässt.

Der Aufenthalt im Schülerlabor wird bestimmt durch die experimentelle Tätigkeit der Schüler. Schülerexperimente alleine vermitteln jedoch keine hinreichenden Einsichten in naturwissenschaftliche Arbeitsweisen. Zahlreiche Studien und Review-Artikel fordern eine Wende von Cook-book-Experimenten hin zu Inquiry-orientierten Experimenten, die die Entwicklung von Fragestellungen, Hypothesen und deren experimentelle Überprüfung umfassen (Hofstein, 2004). Schülerlabore als authentische Lernumgebung mit einem hohen Bezug zu wissenschaftlicher Forschung könnten besonders geeignet scheinen, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zu vermitteln. Bisher ist eine Berücksichtigung dieser Überlegungen in den Konzepten der hier untersuchten Schülerlabore nicht vorgesehen und in den eintägigen Veranstaltungen auch kaum umzusetzen. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Studie könnte dennoch in quasi-experimentellen Studien untersucht werden, inwiefern und unter welchen Bedingungen sich auch in Schülerlaboren Inquiry-orientierte Experimente umsetzen lassen. Dazu müsste die Zielsetzung der Schülerlabore spezifiziert werden. Van den Berg (1997) fordert eine Trennung der Schulabore bezüglich ihrer Zielsetzung in *Concept Labs*, die in erster Linie darauf ausgerichtet sind, in sorgfältig geplanten Experimenten Konzeptwissen zu vermitteln, in *Process Labs*, die anhand einfacher Themen offenes Experimentieren mit allen Elementen Inquiry-orientierter Ansätze vom Hypothesen generieren bis zur Auswertung gestatten, sowie *Skill Labs*, die mit einer professionellen Ausstattung vor allen Dingen den Umgang mit Geräten trainieren sollen. Die untersuchten Schülerlabore wären in dieser dargestellten Klassifikation in der dritten Kategorie einzuordnen. Berücksichtigt man einerseits die hohe Akzeptanz sowie die Interesse fördernde Wirkung der Schülerlabore sowie andererseits empirische Erkenntnisse, wonach im internationalen Vergleich in Deutschland zu wenig wissenschaftliche Arbeitsweisen (scientific inquiry) vermittelt werden¹³ könnten weitere Studien Aufschluss darüber geben, inwiefern auch Schülerlabore in die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts hinsichtlich dieser Problematik einbezogen werden können. Ergebnisse im Rahmen solcher Studien könnten dann auch Ansatzpunkte für eine Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts liefern.

Millar (2004) beschreibt einen Ansatz zur Optimierung von Labwork, der sich auch in Schülerlaboren umsetzen ließe. Er bezieht sich dabei auf das Predict-Observe-Explain-Konzept (POE) von White & Gunstone (1992). Danach müssen Schüler in einer konzept-

¹³ „Insofern wird eine forschend-problemorientierte Unterrichtsgestaltung als ein wesentliches Merkmal der in Deutschland zu fördernden Unterrichtsqualität gesehen“ (Deutsches PISA-Konsortium, 2001)

tionellen Phase erst das Ergebnis vorhersagen, dann ein Experiment ausführen und im Anschluss werden die Ergebnisse erklärt. Voraussetzung zur Umsetzung solcher Ansätze ist die Optimierung der Integration der Schülerlaboraufenthalte in den regulären Fachunterricht. Die Experimente könnten im Unterricht soweit erarbeitet werden, dass die anschließende Durchführung des Experiments unter der Anleitung und in der Diskussion mit Wissenschaftlern im Schülerlabor „*eine Frage beantwortet, über die der Schüler bereits nachgedacht hat*“ (Millar, 2004).

Kapitel 10

LITERATUR

- ADAR, L. (1969). A theoretical framework for the study of motivation in education. Jerusalem: The Hebrew University. (in Hebrew.)
- AUFSCHNAITER, C. v. (1999). *Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben*. Berlin: Logos-Verlag.
- BACKHAUS, K., B. ERICHSON, W. PLINKE und R. WEIBER (2003). *Multivariate Analysemethoden*. Berlin, Heidelberg: Springer
- BANDURA, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- BARON, R. M. und D. A. KENNY (1986). The moderator-mediator variable distinction in social-psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.
- BAUMERT, J., W. BOS und R. WATERMANN (1998). TIMSS/III Schülerleistungen am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- BAUMERT, J., E. KLIEME und W. BOS (2001). Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Die Herausforderung von TIMSS für die Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts., Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht (11-41); Bonn.
- BAUMERT, J., E. KLIEME, M. NEUBRAND, M. PRENZEL, U. SCHIEFELE, W. SCHNEIDER, P. STANAT, K.-J. TILLMANN und M. WEIß (2001). *PISA 2000 - Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Bereich*. Opladen: Leske + Budrich.
- BAUMERT, J. und O. KÖLLER (1998). Interest Research in Secondary Level I: An Overview. In L. Hoffmann, A. Krapp and K. A. Renninger (Hrsg.) *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*. Kiel: IPN; 241-256.
- BAYRHUBER, H., W. GARVIN und J. E. GRAINGER (2000). *Teaching Biotechnology at School: A European Perspective*, Kiel: IPN.
- BAYRHUBER, H., P. HÄUSSLER, I. HEMMER, M. HEMMER, S. HLAWATSCH, L. HOFFMANN und M. RAFFELSIEFER (2002). Interesse an geowissenschaftlichen Themen. *geographie heute*, 23(202), 22-23.
- BEN-ZVI, R., A. HOFSTEIN, D. SAMUEL und R. F. KEMPA (1977). Modes of instruction in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 14, 433-439.
- BERCK, K.-H. (2001). *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.

- BERG VAN DEN, E. (1997). *Improving teaching in the Laboratory: Old Problems, New perspectives*. Annual Conference Samahang Pisika Pilipinas, Cebu City.
- BERGER, R. (2002). Einfluss kontextorientierten Physikunterrichts auf Interesse und Leistung in der Sekundarstufe II. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 119-132.
- BERGIN, D. (1999). Influences on classroom interest. *Educational Psychologist*, 34, 87-98.
- BITTNER, A. (2003). *Außerschulische Umweltbildung in der Evaluation. Wirkungen kurzzeitpädagogischer Maßnahmen auf Umwelt- und Naturschutzinteressen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- BÖGEHOLZ, S. (1999). *Qualitäten primärer Naturerfahrung und ihr Zusammenhang mit Umweltwissen und Umwelthandeln*. Opladen: Leske + Budrich.
- BOGNER, F.X. (1998). The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *The Journal of Environmental Education*, Vol. 29; No.4, 17-29.
- BORTZ, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- BORTZ, J. und N. DÖRING (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- BOUD, D. J. (1973). The laboratories aims questionnaire - a new method for course improvement? *Higher Education*, 2, 81-94.
- BOUD, D. J., J. DUNN, T. KENNEDY und R. THORLEY (1980). The aims of science laboratory courses: a survey of students, graduates and practising scientists. *European Journal of Science Education*, 2, 415-428.
- BROSIUS, F. (2002). *SPSS 11*. Bonn: mitp-Verlag.
- BROWN, T. A. (2002). *Gentechnologie für Einsteiger*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- BÜHL, A. und P. ZÖFEL (2002). *SPSS11 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*. München: Pearson.
- BYBEE, R. W. (2000). Teaching science by inquiry. In J. Minstrel and E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching science*. Washington D.C.: AAAS: 20-46.
- CHINN, C. A. und B. A. MALHOTRA (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86, 175-218.
- COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT(1992). The Jasper series as an example of anchored instruction: Theory, program description, and assessment data. *Educational Psychologist*, 27, 291-315.
- COLICCHIA, G. (2002). Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. Dissertation an der LMU München.
- COLLINS, A., J. S. BROWN und S. E. NEWMAN, Eds. (1989). *Cognitive Apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics*. Knowing, learning, and instruction. Hillsdale.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1985). *Das Flow-Erlebnis*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. und U. SCHIEFELE (1993). Die Qualität des Erlebens und der Prozess des Lernens. *Zeitschrift f.Pädagogik*, 39(2), 207-221.

- DECHARMS, R. (1968). *Personal causation*. New York: Academic Press.
- DECI, E. und R. RYAN (1993). "Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik." *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223-238.
- DECI, E. L. (14.01.2004). "SDT Questionnaires." from http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/needs_scl.html.
- DECI, E. L. (1975). *Intrinsic Motivation*. New York: Plenum Press.
- DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM (2000). *Schülerleistungen im internationalen Vergleich - Eine neue Rahmenkonzeption von Wissen und Fähigkeiten*. Berlin: Max-Planck-Institut f. Bildungsforschung.
- DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM (2001). *Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske+Budrich.
- DIETZE, J., K.-H. GEHLHAAR und G. KLEPEL (2005). Untersuchungen zum Entwicklungsstand von Biologieinteressen bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II. In R. Klee, Sandmann, A., Vogt, H. (Hrsg.) *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik Band 2*. Innsbruck: Studien Verlag.
- ENGELN, K. (2004). *Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an den Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Berlin: Logos Verlag.
- ESCHENHAGEN, D., U. KATTMANN und D. RODI (2003). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- FALKENHAUSEN, E. V. (1985). *Wissenschaftspropädeutik im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- FINSON, K. D. und L. G. ENOCHS (1987). Student attitudes toward Science-Technology-Society resulting from visitation to a Science-Technology museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 593-609.
- FISHER, D. L., A. HARRISON, D. G. HENDERSON und A. HOFSTEIN (1999). Laboratory Learning Environments and Practical Tasks in Senior Secondary Science Classes. *Research in Science Education*, 28(3), 353-363.
- FISHER, D. L., D. G. HENDERSON und B. FRASER (1997). Laboratory environment and student outcomes in senior high school biology classes. *American Biology Teacher*, 59, 214-219.
- FRASER, B. und A. GRIFFITH (1992). Psychosocial Environment of Science Laboratory Classrooms in Canadian Schools and Universities. *Canadian Journal of Education*, 17(4), 391-404.
- FRASER, B., C. J. MCROBBIE und G. J. GIDDINGS (1993). Development and cross-national validation of a laboratory classroom environment inventory. *Science Education*, 77, 1-24.
- FREEDMAN, M. P. (1997). Relationship among Laboratory Instruction, Attitude toward Science, and Achievement in Science Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
- FÜLLER, F. (1992). *Biologische Unterrichtsexperimente: Bedeutung und Effektivität*. München: Münchner Schriften zur Didaktik der Biologie.
- GARDNER, P. und C. GAULD (1990). Labwork and students' attitudes. In E. Hegarty-Hazel (Ed.) *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London: Routledge.

- GIL-PÉREZ, D. und J. CARRASCOSA-ALIS (1994). Bringing Pupils' Learning closer to a Scientific Construction of Knowledge. *Science Education*, 78(3), 301-315.
- GOLDMAN, S., C. MAYFIELD-STEWART, H. BATEMAN, J. PELLEGRINO und Technology Group at VANDERBILT (1998). Environments that Support Meaningful Learning. In L. Hoffman, A. Krapp, K. A. Renninger and J. Baumert (Hrsg.), *Interest and Learning: proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*. Kiel: IPN: 184-196.
- GOTT, R. und S. DUGGAN (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791-806.
- GRAF, E. (2004). Fachgerechte Denk- und Arbeitsweisen für den Biologieunterricht. In E. Graf (Hrsg.), *Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis*. Donauwörth: Auer: 120-130.
- GUDERIAN, P. B. PRIEMER und L.-H. SCHÖN (2005). Die Entwicklung von Interesse bei mehrfachen und in den Unterricht eingebundenen Schülerlaborbesuchen. *Beitrag im Tagungsband der GDCP-Jahrestagung 2005 in Paderborn*, LIT-Verlag, 368-370.
- GUNSTONE, R. und A. B. CHAMPAGNE (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge: 159-182.
- GUNSTONE, R. F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical Science: the role of reality of practical work in school science*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- HAHN, K., E. TÖPFER und J. BRUHN (1970). *Methodik des Physikunterrichts*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- HALLER, K., M. WELZEL und S. v. AUFSCHNAITER (1999). Lernprozeßforschung im Physikpraktikum - Konsequenzen einer Zieleuntersuchung. In R. Brechel (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie - Probleme und Perspektiven*. Alsbach, Bergstraße: Leuchtturm-Verlag: 346-348.
- HANNOVER, B. (1992). Mädchen in geschlechtsuntypischen Berufen. Eine quasiexperimentelle Studie zur Förderung des Interesses Jugendlicher an Naturwissenschaften und Technik. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 23(1), 36-45.
- HANNOVER, B. (1997a). *Das dynamische Selbst. Die Kontextabhängigkeit selbstbezogenen Wissens*. Bern: Huber.
- HARLEN, W. (1999). *Effective teaching of science*. Edinburgh: The Scottish Council for Research in Education.
- HÄUßLER, P. und L. HOFFMANN (1995). Durchführung und Ergebnisse der Kieler Interessenstudie Physik. In H. Behrendt (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Alsbach: Leuchtturm-Verlag. Band 15, 292-294.
- HÄUßLER, P. und L. Hoffmann (1995). Physikunterricht an den Interessen von Jungen und Mädchen orientiert. *Unterrichtswissenschaften* 23, Heft 2, 107-126.
- HÄUßLER, P., L. HOFFMAN, R. LANGEHEINE, J. ROST und K. SIEVERS (1998). A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20(2), 223-238.

- HÄUßLER, P., L. HOFFMANN, R. LANGEHEINE, J. ROST und K. SIEVERS (1996). "Qualitative Unterschiede im Interesse an Physik und Konsequenzen für den Physikunterricht." *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3, 57-69.
- HECKHAUSEN, H. (1989). *Motivation und Handeln*. Berlin: Springer Verlag.
- HECKHAUSEN, H. (1977). "Motivation: Kognitionspsychologische Aufspaltung eines summarischen Konstrukts." *Psychologische Rundschau*, 28, 175-189.
- HEGARTY-HAZEL, E. (1990). The Student Laboratory and the Science Curriculum: A Model. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London and New York: Routledge.
- HELMKE, A. (1992). *Selbstvertrauen und schulische Leistungen*. Göttingen: Hogrefe.
- HEMMER, I., M. HEMMER, H. BAYRHUBER, P. HÄUSSLER, S. HLAWATSCH, L. HOFFMANN und M. RAFFELSIEFER (2005). Interesse von Schülerinnen und Schülern an geowissenschaftlichen Themen. *GuiD*, 33(2), 57-73.
- HERBART, J. F. (1806/1965). *Allgemeine Pädagogik, aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet*. Düsseldorf: Küpper.
- HESSE, M. (1984). Empirische Untersuchungen zum Biologie-Interesse bei Schülern der Sekundarstufe I. *Naturwissenschaften im Unterricht - Biologie*, 32(10), 344-350.
- HIDI, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549-571.
- HIDI, S. und V. ANDERSON (1992). Situational interest and its impact on reading and expository writing. In K. A. Renninger, S. Hidi and A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NJ: Erlbaum: 215-238.
- HIDI, S. und D. BERNDORFF (1998). Situational Interest and Learning. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger and J. Baumert (Hrsg.), *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*. Kiel: IPN Kiel: 74-90.
- HIDI, S., J. WEISS, D. BERNDORFF und J. NOLAN (1998). The Role of Gender, Instruction and a Cooperative Learning Technique in Science Education Across Formal and Informal Settings. In L. Hoffman, A. Krapp, K. A. Renninger and J. Baumert (Hrsg.), *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*. Kiel: IPN. 164: 215-227.
- HODSON, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- HODSON, D. und L. BENCZE (1998). Becoming critical about practical work: changing views and changing practice through action research. *International Journal of Science Education*, 20(6), 683-694.
- HOFFMANN, L. (2002). Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction*, 12, 447-465.
- HOFFMANN, L., P. HÄUßER und S. PETERS-HAFT (1997). *An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht*. Kiel: IPN.
- HOFFMANN, L., P. HÄUßLER und M. LEHRKE (1998a). *Die IPN- Interessenstudie*. Kiel: IPN.

- HOFFMANN, L. und M. LEHRKE (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. *Zeitschrift f. Pädagogik*, 32, 189-204.
- HOFSTEIN, A. (2004). The Laboratory in Chemistry Education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education*, 5, 247-264.
- HOFSTEIN, A., R. BEN-ZVI und D. SAMUEL (1976). The measurement of the interest in, and attitudes to, laboratory work amongst Israeli high school chemistry students. *International Science Education*, 60(3), 401-411.
- HOFSTEIN, A. und R. F. KEMPA (1985). Motivating strategies in science education: Attempt at an analysis. *European Journal of Science Education*, 7(3), 221-229.
- HOFSTEIN, A. und V. N. LUNETTA (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- HOFSTEIN, A. und V. N. LUNETTA (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54.
- HOFSTEIN, A., T. L. NAHUM und R. SHORE (2001). Assessment of the Learning Environment of Inquiry-Type Laboratories in High School Chemistry. *Learning Environments Research*, 4, 193-207.
- HORTON, R. E. (1930). Measured outcomes of laboratory instruction. *Science Education*, 14, 311-319.
- JANSSEN, J. und W. LAATZ (2005). *Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- JOHNSTONE, S. H. und A. J. B. WHAM (1982). The demands of practical work. *Education in Chemistry*, 19, 71-73.
- KANDLER, M. (2002). *Lernsoftware aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern. Interesse- und lernmotivationsfördernde Aspekte*. Frankfurt: Peter Lang.
- KEMPA, R. F. und M. DIAZ (1990). Motivational traits and preferences for different instructional modes in science. Part 1: Students' motivational traits. *International Journal of Science Education*, 12(2), 195-203.
- KILLERMANN, W. (1996). Biology education in Germany: research into the effectiveness of different teaching methods. *International Journal of Science Education*, 18(3), 333-346.
- KIRCHER, E., R. GIRWIDZ und P. HÄUßER (2000). *Physikdidaktik*. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg.
- KIRSCHNER, P. A. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science & Education*, 1, 273-299.
- KLAUER, K. J. (1999). Situated Learning. Paradigmenwechsel oder alter Wein in neuen Schläuchen? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13(3), 117-121.
- KLAUTKE, S. (1997). Ist das Experimentieren im Biologieunterricht noch zeitgemäß? *Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht*, 50(6), 323-329.
- KÖLLER, O. (1998). *Zielorientierungen und schulisches Lernen*. Münster: Waxmann.
- KÖLLER, O., J. BAUMERT und K. SCHNABEL (2000). Zum Zusammenspiel von schulischem Interesse und Lernen im Fach Mathematik. Längsschnittanalysen in den Sekundarstufen I und II. In U. Schiefele and K.-P. Wild

- (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation: Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster: Waxmann, 163-181.
- KÖLLER, O., K. SCHNABEL und J. BAUMERT (2000). Der Einfluss der Leistungsstärke von Schulen auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift f. Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32(2), 70-80.
- KRAMER, K.(2002). Die Förderung von motivationsunterstützendem Unterricht - Ansatzpunkte und Barrieren. Dissertation, Univ. Kiel (Online-Publikation)
- KRAPP, A. (1992a). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp and M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung*. Münster: Aschendorff, 297-329.
- KRAPP, A. (1992b). Interesse, Lernen und Leistung. *Zeitschrift f. Pädagogik*, 38(5), 747-770.
- KRAPP, A. (1993). Psychologie der Lernmotivation - Perspektiven der Forschung und Probleme ihrer pädagogischen Rezeption. *Zeitschrift f. Pädagogik*, 39(2), 187-206.
- KRAPP, A. (1996). Psychologische Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens: Untersuchungsansätze und Befunde zu Motivation und Interesse. In R. Duit and C. v. Rhöneck (Hrsg.), *Lernen in den Naturwissenschaften*. Kiel: IPN, 38-68.
- KRAPP, A. (1996a). Die Bedeutung von Interesse und intrinsischer Motivation für den Erfolg und die Steuerung schulischen Lernens. In G. W. Schnaitmann (Hrsg.), *Theorie und Praxis der Unterrichtsforschung. Methodologische und praktische Ansätze zur Erforschung von Lernprozessen*. Donauwörth: Auer, 88-111.
- KRAPP, A. (1998a). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 186-203.
- KRAPP, A. (1998b). Interesse. In H.-D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union, 213-218.
- KRAPP, A. (1999a). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14(1), 23-40.
- KRAPP, A. (2001). Interesse. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz PVU, 286-294.
- KRAPP, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and instruction*, 12, 383-409.
- KRAPP, A. (2002a). An educational-psychological theory of interest and its relation to self-determination theory. In E. L. Deci and M. Ryan (Eds.), *The handbook of self-determination research*. Rochester, NY: University of Rochester Press, 405-427.
- KRAPP, A. (2002b). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, 383-409.
- KRAPP, A. (2003). Nachhaltige Lernmotivation: Ergebnisse und Konsequenzen aus der neueren psychologischen Forschung. In *Nachhaltige Lernmotivation und schulische Bildung*. München: Staatsinstitut f. Schulpädagogik u. Schulforschung. Arbeitskreis Gymnasien und Wirtschaft e.V.: 13-27.

- KRAPP, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15, 381-395.
- KRAPP, A., S. HIDI und K. A. RENNINGER (1992). Interest, learning and development. In K. A. Renninger, S. Hidi and A. Krapp *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NY: Erlbaum, 3-25.
- LAUKENMANN, M. und M. BLEICHER (2000). Eine Untersuchung zum Einfluss emotionaler Faktoren auf das Lernen im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 6, 139-155.
- LAZAROWITZ, R. und P. TAMIR (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. L. Gabel (Hrsg.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan, 94-130.
- LAZAROWITZ, R. und P. TAMIR (1994). Research on Using Laboratory Instruction in Science. In D. L. Gabel (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan, 94-130.
- LEWALTER, D., A. KRAPP, I. SCHREYER und K.-P. WILD (1998). Die Bedeutung des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. In K. Beck and R. Dubs (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung; Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. Beiheft Nr. 14, 143-168.
- LEWALTER, D. und I. SCHREYER (2000). Entwicklung von Interessen und Abneigungen - zwei Seiten einer Medaille? Studie zur Entwicklung berufsbezogener Abneigungen in der Erstausbildung. In U. Schiefele & K.P. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation*. Münster: Waxmann, 53-71.
- LEWALTER, D., K.-P. WILD und A. KRAPP (2001). Interessenentwicklung in der beruflichen Ausbildung. In K. Beck (Hrsg.), *Lehren und Lernen in der beruflichen Erstausbildung*. Opladen: Leske-Budrich, 11-35.
- LEWIS, J. (2002). The effectiveness of mini-projects as a preparation for open-ended investigations. *Teaching and learning in the science laboratory*, 139-150.
- LIND, G., A. KROß und J. MAYER (1998). "Modul2: Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht." *BLK-Programmförderung "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"*, IPN, Kiel.
- LÖWE, B. (1992). *Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie*. Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- LUNETTA, V. N. (1998). *The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching*. In B. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer.
- MAHNER, M. und M. BUNGE (2000). *Philosophische Grundlagen der Biologie*. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hong Kong, London, Mailand, Paris, Singapur, Tokyo: Springer.
- MARSH, H. W. (1990). A multidimensional, hierarchical self-concept: Theoretical and empirical justification. *Educational Psychology Review*, 2, 77-172.
- MAXTON-KÜCHENMEISTER und D. DÄHNHARDT (2005). *Genlabor&Schule - Dokumentation eines Schülerlabor-Netzwerks*. IPN, LELA and GBM. Kiel.
- McROBBIE, C. und B. FRASER (1993a). Associations between student outcomes and psychosocial science environment. *Journal of Educational Research*, 87, 78-85.
- MEDAWAR, P. B. (1969). *Induction and intuition in scientific thought*. London: Methuen.

- MEYER, H. (1989). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband*. Frankfurt/Main: Cornelsen, 2. Aufl.
- MILLAR, R. (1987). Towards a role for experiment in the science teaching laboratory. *Studies in Science Education*, 14, 109-118.
- MILLAR, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. *HighSchool Science Laboratories: Role and Vision*, National Academy of Sciences, Washington, DC.
- MINISTERIUM F. BILDUNG, W., FORSCHUNG UND KULTUR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (HRSG.) (2002). Lehrplan Schleswig-Holstein für die Sekundarstufe II Gymnasium, Gesamtschule Biologie.
- MITCHELL, M. (1993). Situational interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424-436.
- MUCKENFUß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext*. Berlin: Cornelsen.
- NACHTIGALL, C. und M. WIRTZ (2002). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Inferenzstatistik. Statistische Methoden für Psychologen Teil 2*. Weinheim und München: Juventa.
- NIEDDERER, H., A. TIBERGHEN, K. HALLER, L. HUCKE, F. SANDER und H. FISCHER (2002). Talking Physics in Labwork Contexts - A Category Based Analysis of Videotapes. In D. Psillos and H. Niedderer (Hrsg.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 31-40.
- OLSEN, T. P., P. W. HEWSEN und L. LYONS (1996). Preordained science and student autonomy: the nature of laboratory tasks in physics classrooms. *International Journal of Science Education*, 18(7), 775-790.
- PICKERING, M. (1987). Laboratory education as a problem in organization. *Journal of College Science Teaching*, 16(187-189).
- POPPER, K. (1984). *Logik der Forschung*. Tübingen: J.C.B. Mohr.
- PRENZEL, M. (1988). *Die Wirkungsweise von Interesse. Ein pädagogisch-psychologisches Erklärungsmodell*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- PRENZEL, M. (1996). Mit Interesse in das dritte Jahrtausend. Pädagogische Überlegungen. In N. Seibert and H. J. Serve (Hrsg.), *Erziehung und Bildung an der Schwelle zum dritten Jahrtausend*. München, 1314-1339.
- PRENZEL, M. (1997). Situiertes Lernen, Möglichkeiten im Unterricht. In Bayrhuber, Gehlhaar, Graf, Gropengießer, Harms, Kattmann, Klee, Schletter (Hrsg.) *Biologieunterricht und Lebenswirklichkeit*. Kiel: IPN, 237-242.
- PRENZEL, M., B. DRECHSEL und K. KRAMER (1998). Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Beiheft 14, 169-173.
- PRENZEL, M., A. KRAPP und H. SCHIEFELE (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift f. Pädagogik*, 32, 163-173.
- PRENZEL, M. und E.-M. LANKES (1995). Anregungen aus der pädagogischen Interessenforschung. *Grundschule*, 27(6), 12-13.
- PRENZEL, M. und U. RINGELBAND (2001). *"Lernort Labor" - neue Initiativen*. Kiel: IPN.
- REINHOLD, P. (1996). *Offenes Experimentieren und Physiklernen*. Kiel: IPN.
- RHEINBERG, F. (1996). Von der Lernmotivation zur Lernleistung: Was liegt dazwischen? In J. Möller and O. Köller (Hrsg.), *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung*. Weinheim: Psychologie Verlags Union Beltz.

- RHEINBERG, F. (1997). *Motivation*. Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer.
- RHEINBERG, F. (1998). Theory of interest and research on motivation to learn. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger and J. Baumert (Hrsg.) *Interest and learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender*. Kiel: IPN: 126-145.
- RHEINBERG, F. (2005). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 331-354). Berlin: Springer
- RHEINBERG, F. und S. FRIES (1998). Förderung der Lernmotivation: Ansatzpunkte, Strategien und Effekte. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 168-184.
- RHEINBERG, F. und R. VOLLMEYER (2000). Sachinteresse und leistungsthematische Herausforderung - zwei verschiedenartige Motivationskomponenten und ihr Zusammenwirken beim Lernen. In U. Schiefele and K.-P. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster: Waxmann.
- ROEDER, P. M. und S. GRUEHN (1997). Geschlecht und Kurswahlverhalten. *Zeitschrift f. Pädagogik*, 42, 877-894.
- ROSSI, P. H. und H. E. FREEMAN (1993). *Evaluation. A systematic Approach*. Newbury Park: Sage.
- ROST, J. (1993). Möglichkeiten und Grenzen der Evaluation von Umweltbildungszentren. In R. Dempsey, W. Janssen and C. Reuther *Umweltzentren im wiedervereinten Deutschland und im zukünftigen Europa - Habitat Nr.10*. Hankensbüttel.
- ROST, J. (2000). Allgemeine Standards für die Evaluationsforschung. In W. Hager, J.-L. Patry and H. Brezing (Hrsg.), *Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Verlag Hans Huber, 129-140.
- ROST, J., K. SIEVERS, P. HÄUßLER, L. HOFFMANN und R. LANGEHEINE (1999). Struktur und Veränderung des Interesses an Physik bei Schülern der 6.-10. Klassenstufe. *Zeitschrift f. Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 31(1), 18-31.
- ROTH, W.-M. (1995). *Authentic school science: Knowing and learning in open-inquiry science laboratories*. Dordrecht: Kluwer.
- RYAN, R. M. (1995). Psychological needs and the facilitation of integrative process. *Journal of Personality* 63(3), 397-427.
- SCHARFENBERG, F.-J. (2005). Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. Bayreuth, Universität Bayreuth. Dissertation.
- SCHICK, A. (2000). *Der Einfluss von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht*. Berlin: Logos-Verlag.
- SCHIEFELE, H. (2000). Befunde - Fortschritte - neue Fragen. In U. Schiefele and K.-P. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster: Waxmann, 227-241.
- SCHIEFELE, U. (1996). *Motivation und Lernen mit Texten*. Göttingen: Hogrefe.
- SCHIEFELE, U. und O. KÖLLER (1998). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union, 193-197.

- SCHIEFELE, U. und O. KÖLLER (2001). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D. H. Rost (Hrsg.) *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- SCHIEFELE, U., A. KRAPP und I. SCHREYER (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie*, 25, 120-148.
- SCHIEFELE, U. und I. SCHREYER (1994). Intrinsische Lernmotivation und Lernen. Ein Überblick zu Ergebnissen der Forschung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 8, 1-13.
- SHAVELSON, R. J. und R. BOLUS (1982). Self-concept: The interplay of theory and methods. *J. Of Educational Psychology*, 74, 3-17.
- SIEVERS, K. (1999). *Struktur und Veränderung von Physikinteressen bei Jugendlichen*. Kiel: IPN.
- STAER, H., D. GOODRUM und M. HACKLING (1998). High School Laboratory Work in Western Australia: Openness to Inquiry. *Research in Science Education*, 28 (2), 219-228.
- STARK, R. und H. MANDL (2000). Konzeptualisierung von Motivation und Motivierung im Kontext situierten Lernens. In U. Schiefele and K.-P. Wild (Hrsg.) *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster: Waxmann.
- STIFTERVERBAND FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT (1999). *Wissenschaft im Dialog*. Bonn: Stifterverband.
- TAMIR, P. (1990). Evaluation of Student Laboratory Work and its Role in Developing Policy. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and the Science curriculum*. London and New York: Routledge.
- TESCH, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Berlin: Logos Verlag.
- TESCH, M. und R. DUIT (2004). Experimentieren im Physikunterricht - Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51-69.
- TOBIN, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: in Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- TOBIN, K. und J. J. GALLAGHER (1987). What happens in high school science classrooms? *Journal of Curriculum Studies*, 19, 549-560.
- TODT, E. (1978). *Das Interesse*. Bern: Huber.
- TODT, E. und C. GÖTZ (1997). Hoffnungen und Befürchtungen von Jugendlichen gegenüber der Gentechnik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(2), 15-22.
- TODT, E. und C. GÖTZ (1998). Interesse von Jugendlichen an der Gentechnologie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 3-11.
- TODT, E. und B. HÄNDEL (1988). Analyse der Kontextabhängigkeit von Physikinteressen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 41(3), 137-140.
- URBAN, D. und J. MAYERL (2006). *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung* Wiesbaden: VS Verlag.
- URHAHNE, D., J. JESCHKE, A. KROMBAß und U. HARMS (2004). Die Validierung von Fragebogenerhebungen zum Interesse an Tieren und Pflanzen

- durch computergestützte Messdaten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 18(3/4), 213-219.
- WELZEL, M., K. HALLER, D. HAMMELEV, P. KOUMARAS, H. NIEDDERER, A. PAULSEN, K. ROBINAULT und S. VON AUFSCHNAITER (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden - Ergebnisse einer europäischen Umfrage. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 29-44.
- WHITE, R. und R. GUNSTONE (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press.
- WHITE, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18(7), 761-773.
- WILD, K.-P. und A. KRAPP (1996a). Die Qualität subjektiven Erlebens in schulischen und betrieblichen Lernumwelten: Untersuchungen mit der Erlebens-Stichproben-Methode. *Unterrichtswissenschaft*, 24(Heft 3), 195-216.
- WILD, K.-P., D. LEWALTER und I. SCHREYER (1994). *Design und Untersuchungsmethoden des Projekts "Bedingungen und Auswirkungen berufsspezifischer Lernmotivation"*. Neubiberg: Universität der Bundeswehr München.
- WOOLNOUGH, B. (1997). "School Science - Real Science"
Paper presented at ESERA - Conference, Rome 2.9.-6.9. 1997.
- WOOLNOUGH, B. E. und T. ALLSOP (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4.1 : Grade der Offenheit von Experimenten (nach Hegarty-Hazel 1986 , zitiert in <i>Staer, Goodrum et al.</i> , 1998)	38
Tabelle 7.1: Übersicht über die Stichprobe der einzelnen Schülerlabore in der Vorstudie, aufgeteilt nach Geschlecht.	90
Tabelle 7.2. Klassifikation der Effektgröße ϵ^2	96
Tabelle 7.3. Gütekriterien für KMO-Werte	99
Tabelle 7.4: Skala zur Erfassung des individuellen Interesses an Naturwissenschaften	103
Tabelle 7.5: Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts in den Naturwissenschaften	104
Tabelle 7.6: Skala zum Erleben von Schülerlaboren als authentische außerschulische Lernumgebungen (Einblick in Forschung)	105
Tabelle 7.7: Skala zur Erfassung der Instruktionsqualität	105
Tabelle 7.8: Skala zur Vorbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im Schulunterricht	106
Tabelle 7.9: Skala zur Nachbereitung des Aufenthalts im Schülerlabor im anschließenden Fachunterricht	107
Tabelle 7.10: Komponentenmatrix der explorativen Faktorenanalyse zum Kompetenz- bzw. Autonomieerleben (dargestellt sind Faktorladungen > 0,4).	108
Tabelle 7.11: Komponentenmatrix der Faktorenanalyse zur sozialen Eingebundenheit sowie zur Instruktionsqualität.	109
Tabelle 7.12: Komponentenmatrix der Faktorenanalyse zum aktualisierten Interesse	111
Tabelle 7.13: Items des Tests zum Interesse an und subjektiven Wissenserwerb in der Molekularbiologie.	113
Tabelle 7.14: Ergebnis der Faktorenanalyse zum Interessezuwachs an verschiedenen Themen der Molekularbiologie.	114
Tabelle 7.15 Reliabilitäten (Cronbachs Alpha) der Subskalen zum Interesse an Molekularbiologie	115
Tabelle 7.16: Ergebnis der Faktorenanalyse zum subjektiven Wissenserwerb in ver- schiedenen Bereichen der Molekularbiologie.	116
Tabelle 7.17: Reliabilitätswerte (Cronbachs Alpha) der Subskalen zum subjektiven Wissenserwerb	117
Tabelle 7.18: Vergleich der beiden Erhebungsinstrumente	119
Tabelle 8.1: Vergleich der Stichprobe beider Schülerlabore im Hinblick auf das individuelle Interesse sowie das Selbstkonzept der Lernenden (Skalenmittelwert M, Standardabweichung SD).	121
Tabelle 8.2: Mittelwerte M (Skala 1 und 4) und Standardabweichungen (SD) der Skalen sowie signifikante Differenzen der Skalenmittelwerte zwischen den beiden untersuchten Schülerlaboren.	122
Tabelle 8.3: Aktualisiertes Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore (Median aus gruppierten Daten, Standardabweichung, min. und max. Skalenmittelwert)	123
Tabelle 8.4: Korrelationen (Spearmans Rho r_s) der drei Skalen zum aktualisierten Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore.	125
Tabelle 8.5: Partielle Korrelationen (kontrolliert für das individuelle Interesse) (Spearmans Rho r_s) der drei Skalen zum aktualisierten Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore.	125
Tabelle 8.6: Korrelation (Spearmans Rho r_s) zwischen den wahrgenommenen Merkmalen der Schülerlabore und dem aktualisierten Interesse der	

Lernenden an Kontexten, Experimenten und authentischer Lernumgebung.	127
Tabelle 8.7 Korrelationen (Spearman's Rho r_s) zwischen individuellem Interesse und dem aktualisierten Interesse an Experimenten Kontexten und authentischer Lernumgebung (Signifikanz 2-seitig).	128
Tabelle 8.8: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten von Lernenden mit hohem vs. niedrigem individuellen Interesse	129
Tabelle 8.9: Korrelationen des individuellen Interesses mit dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontexten und authentischer Lernumgebung für die Gesamtstichprobe sowie Lernende mit hohem vs. niedrigem individuellem Interesse (Mediansplit).	130
Tabelle 8.10: Regressionsanalyse für das aktualisierte Interesse an Experimenten als abhängiger Variable.	131
Tabelle 8.11: Regressionsanalyse für das aktualisierte Interesse an Kontexten als abhängiger Variable.	132
Tabelle 8.12: Regressionsanalyse für das aktualisierte Interesse an der authentischen Lernumgebung als abhängiger Variable.	132
Tabelle 8.13: Regressionsanalyse mit dem aktualisierten Interesse an Experimenten als abhängiger Variable von Lernenden mit niedrigem vs. Lernende mit hohem individuellem Interesse.	133
Tabelle 8.14: Regressionsanalyse mit dem aktualisierten Interesse an Kontexten als abhängiger Variable von Lernenden mit niedrigem vs. Lernenden mit hohem individuellem Interesse .	134
Tabelle 8.15: Regressionsanalyse mit dem aktualisierten Interesse an der authentischen Lernumgebung als abhängiger Variable von Lernenden mit niedrigem vs. Lernenden mit hohem individuellem Interesse .	134
Tabelle 8.16: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten, dargestellt für Lernende mit niedrigem vs. hohem Selbstkonzept (unteres vs. oberes Drittel der Stichprobe).	137
Tabelle 8.17: Schulleistung der Schüler-Stichprobe, erhoben über die letzte Zeugnisnote im Fach Biologie.	138
Tabelle 8.18: Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Schulnote in Biologie und	138
Tabelle 8.19: Zusammenhang zwischen der Schulnote in Biologie und dem aktualisierten Interesse an Experimenten, Kontext und authentischer Lernumgebung .	139
Tabelle 8.20: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten, dargestellt für männliche und weibliche Schüler. Mittelwerte und Standardabweichung.	140
Tabelle 8.21: Mittelwerte für das aktualisierte Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten für niedrigen vs. hohen Unterrichtsbezug.	141
Tabelle 8.22: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten.	143
Tabelle 8.23: Mittelwerte für die unabhängigen Variablen in Abhängigkeit von der Clusterzugehörigkeit. Skala 1 -4.	144
Tabelle 8.24: Signifikante Unterschiede (p) der Cluster hinsichtlich der unabhängigen Variablen individuelles Interesse, Kompetenzerleben, Vorbereitung im Unterricht.	144
Tabelle 8.25: Interkorrelationen der Skalen zu den „basic needs“ .	147
Tabelle 8.26: Korrelation der Skalen zu den „basic needs“ mit den abhängigen Variablen	149

Tabelle 8.27: Partielle Korrelation (kontrolliert für das individuelle Interesse) der Skalen zu den „basic needs“ mit den abhängigen Variablen	150
Tabelle 8.28: Korrelationen (Spearman r_s) zwischen den „basic needs“ und den Schülermerkmalen Individuelles Interesse sowie Selbstkonzept.	154
Tabelle 8.29: Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Schulnote in Biologie und dem Kompetenzerleben der Lernenden.	155
Tabelle 8.30: Korrelationen (Spearman r_s) zwischen den „basic needs“ und der Vorbereitung im Unterricht.	156
Tabelle 8.31: Partielle Korrelationen (r_s , Spearman) zwischen den „basic needs“ und der Vorbereitung im Unterricht (kontrolliert für das individuelle Interesse).	156
Tabelle 8.32: Regressionsanalyse (stepwise) für das Kompetenzerleben als	157
Tabelle 8.33: Regressionsanalyse (stepwise) für das Kompetenzerleben als abhängige Variable bei Lernenden mit niedrigem individuellen Interesse.	158
Tabelle 8.34: Regressionsanalyse (stepwise) für das Kompetenzerleben als abhängige Variable bei Lernenden mit einem hohen individuellen Interesse.	158
Tabelle 8.35: Regressionsanalyse (stepwise) für das Autonomieerleben als abhängige Variable.	159
Tabelle 8.36: Regressionsanalyse (stepwise) für die soziale Eingebundenheit als abhängige Variable.	160
Tabelle 8.37: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse an den Experimenten als Kriteriumsvariable	162
Tabelle 8.38: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden an Kontexten als Kriteriumsvariable	163
Tabelle 8.39: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden an der authentischen Lernumgebung als Kriteriumsvariable	163
Tabelle 8.40: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden mit einem hohen individuellen Interesse an Experimenten als Kriteriumsvariable	164
Tabelle 8.41: Regressionsanalyse (stepwise) für das aktualisierte Interesse der Lernenden mit einem niedrigen individuellen Interesse an Experimenten als Kriteriumsvariable	164
Tabelle 8.42: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts	165
Tabelle 8.43: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts	167
Tabelle 8.44: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts	168
Tabelle 8.45: Ergebnisse der Regressionsgleichungen 1-3 zur Überprüfung des Mediatoreffekts	168
Tabelle 8.46: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie.	172
Tabelle 8.47: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie.	173
Tabelle 8.48: Korrelationen (Spearman r_s) für die Skalen zum Interessenzuwachs und dem subjektiv wahrgenommenen Wissenserwerb.	175
Tabelle 8.49: Gender-Effekte hinsichtlich der Interessensskalen (epistemisches Interesse) zur Molekularbiologie	176
Tabelle 8.50: Gender-Effekte hinsichtlich des subjektiven Wissenserwerbs an Aspekten der Molekularbiologie ;	178
Tabelle 8.51: Epistemisches Interesse an Aspekten der Molekularbiologie dargestellt für Lernende mit einem hohen vs. einem niedrigen individuellen Interesse; Skala	180

Tabelle 8.52: Wissenserwerb Molekularbiologie: Unterschiede zwischen Lernenden mit einem hohen vs. einem niedrigen individuellen Interesse;	182
Tabelle 8.53: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie bei niedrigem vs. hohem Unterrichtsbezug Skala 1-4.	183
Tabelle 8.54: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie bei niedrigem vs. hohem Unterrichtsbezug Skala 1-4. (Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz).	186
Tabelle 8.55: Regressionsanalyse für das epistemische Interesse an den	191
Tabelle 8.56: Regressionsanalyse für den subjektiv wahrgenommenen Wissenszuwachs in Bezug auf die durchgeführten Experimente als abhängiger Variable	192
Tabelle 8.57: Regressionsanalyse (stepwise) für das epistemische Interesse an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie als abhängiger Variable	193
Tabelle 8.58: Mittelwertvergleich für die beiden Teilgruppen mit hohem vs. niedrigem Grad an Nachbereitung für die drei Skalen zum Interessenzuwachs in Molekularbiologie.	193
Tabelle 8.59 Individuelles Interesse der Lernenden (Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) in der Erstbefragung sowie der Follow-up-Erhebung.	196
Tabelle 8.60 Vergleich der Mittelwerte der abhängigen Variablen (Ersterhebung im Vergleich mit Follow-up-Erhebung). Skala 1 – 4. Test auf signifikante Unterschiede mit dem Wilcoxon-Test. n=283.	197
Tabelle 8.61: Wert-Komponente des Interesses erhoben über das Item: „Im Hinblick auf den Besuch des Schülerlabors war für mich besonders wichtig...“	199
Tabelle 8.62: explorative Faktorenanalyse derjenigen Aspekte, die von den Lernenden hinsichtlich ihrer Werts (Wertkomponente des Interesses) eingeschätzt wurden.	200
Tabelle 8.63: Korrelationen (Spearmans Rho r_s) der drei Wert-Komponenten mit unabhängigen Variablen bzw. „basic needs“. Farbig hinterlegt sind die signifikanten Korrelationen	201
Tabelle 8.64: Option: mehr Einfluss auf die Planung und Durchführung der Experimente . Vergleich Ersterhebung und Follow-up-Erhebung. Angegeben ist die Zahl der Versuchspersonen mit dem jeweiligen Antwortverhalten.	202
Tabelle 8.65: Option: bessere inhaltliche Vorbereitung des Schülerlabor-Aufenthalts im Unterricht . Vergleich Ersterhebung und Follow-up-Erhebung. Angegeben ist die Zahl der Versuchspersonen mit dem jeweiligen Antwortverhalten.	202
Tabelle 9.1: Gesamt-Regressionsmodell. Dargestellt sind die signifikanten Prädiktoren für das aktualisierte Interesse an Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung.	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3.1: Schema der Polymerase-Kettenreaktion PCR	14
Abbildung 3.2: Ergebnis der Gelelektrophorese (Täter-Tatort-Abgleich in der Forensik).	15
Abbildung 4.1: ALLGEMEINES ABLAUSCHHEMA EINES FORSCHUNGSEXPERIMENTS.....	27
Abbildung 5.1 Beziehungen zwischen verschiedenen Konzepten des Interesses nach Krapp (1992)	54
Abbildung 5.2: Stufenmodell der Interessengenese (verändert nach Mitchell (1993) und Krapp (2002)	55
Abbildung 5.3: Beziehung zwischen Motivationstypen und der Präferenz bzw. Abneigung gegenüber bestimmten instruktionalen Merkmalen des Unterrichts (verändert nach <i>Kempa & Diaz</i>	67
Abbildung 7.1: Evaluationsdesign der Studie mit unabhängigen Variablen, Prozessvariablen und abhängigen Variablen.....	92
Abbildung 8.1: Akzeptanz der Veranstaltung im Schülerlabor, erhoben über den Wunsch nach einem weiteren Schülerlaborbesuch und die Bewertung der Veranstaltung mit einer Schulnote	121
Abbildung 8.2: Häufigkeitsverteilung der Scores (Skala 1-4) für die Skala „Interesse an Experimenten“.....	124
Abbildung 8.3: Darstellung der in Kap. 8.2.2 dargestellten Zusammenhänge zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen ohne Berücksichtigung der „basic needs“ (vgl. Evaluationsdesign in Kapitel 7, Abb. 7.1).	126
Abbildung 8.4: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, authentischer Lernumgebung und Experimenten, dargestellt für Lernende mit niedrigem vs. hohem ind. Interesse (Mediansplit).	129
Abbildung 8.5: Boxplot-Darstellung für die Skala zum Selbstkonzept	136
Abbildung 8.6: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, Experimenten und authentischer Lernumgebung bei niedrigem vs. hohem Selbstkonzept. 137	
Abbildung 8.7: Aktualisiertes Interesse an Kontexten, Experimenten und authentischer Lernumgebung für hohen vs. niedrigen Grad an Vorbereitung im Unterricht (Mediansplit).....	141
Abbildung 8.8: Darstellung der Mittelwerte der Items zum aktualisierten Interesse an Experimenten (Ex), Kontexten (Kon), authentischer Lernumgebung (Aut) sowie dem epistemischen Interesse an den Experimenten (Epis) für die Cluster 1 - 4.	142
Abbildung 8.9: Skalen zum Kompetenzerleben, Autonomieerleben und zur sozialen Eingebundenheit	146
Abbildung 8.10: Evaluationsdesign. Eingerahmt sind die bearbeiteten Forschungsfragen in Kap. 8.3.2.	148
Abbildung 8.11: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen Kompetenzerleben und aktualisiertem Interesse an den Experimenten.	151
Abbildung 8.12: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen sozialer Eingebundenheit und aktualisiertem Interesse an den Experimenten. 152	
Abbildung 8.13: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen Autonomieerleben und aktualisiertem Interesse an den Experimenten..	152
Abbildung 8.14: Evaluationsdesign. Eingerahmt sind die bearbeiteten Forschungsfragen in Kap. 8.3.3.	153
Abbildung 8.15: Streudiagramm zum Zusammenhang zwischen individuellem Interesse und Autonomieerleben..	154

Abbildung 8.16: Gesamtmodell des Zusammenhangs zwischen unabhängigen Variablen, „basic needs“ und dem aktualisierten Interesse als abhängige Variablen	162
Abbildung 8.17: Interessenzuwachs (epistemisches Interesse) an Aspekten der Molekularbiologie	172
Abbildung 8.18: subjektiver Wissenszuwachs für versch. Aspekte der Molekularbiologie	174
Abbildung 8.19: Darstellung des Zusammenhangs zwischen subjektivem Wissenserwerb sowie Interessenzuwachs an allgemeinen Aspekten der Molekularbiologie.	175
Abbildung 8.20: Gender-Effekte hinsichtlich der vier Skalen zum subjektiven Wissenserwerb.....	177
Abbildung 8.21: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie dargestellt für Lernende mit hohem vs. niedrigem individuellen Interesse (Mediansplit).....	179
Abbildung 8.22: subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb hinsichtlich versch. Aspekte der Molekularbiologie	181
Abbildung 8.23: Streudiagramme zum Zusammenhang zwischen dem individuellen Interesse und dem Interessenzuwachs (a) bzw. Wissenszuwachs (b) an den im Schülerlabor durchgeführten Experimenten.	183
Abbildung 8.24: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie für Lernende mit einem hohen Grad an Vorbereitung im Unterricht vs. niedrigem Grad an Vorbereitung im Unterricht	185
Abbildung 8.25: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen Grad an Vorbereitung im Unterricht vs. einem niedrigem Grad an Vorbereitung im Unterricht	186
Abbildung 8.26: Streudiagramme zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Vorbereitung im Unterricht (Unterrichtsbezug) und Wissenszuwachs bzw. Interessenzuwachs an den durchgeführten Experimenten (eingezeichnet ist die Anpassungslinie (Loess).	188
Abbildung 8.27: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen vs. niedrigen Kompetenzerleben	189
Abbildung 8.28: Wissenszuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen vs. niedrigen Kompetenzerleben(Mediansplit)	190
Abbildung 8.29: Streudiagramme zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Kompetenzerleben und Wissenszuwachs bzw. Interessenzuwachs an den durchgeführten Experimenten	190
Abbildung 8.30: Interessenzuwachs an Aspekten der Molekularbiologie von Lernenden mit einem hohen vs. niedrigen Grad an Nachbereitung im Unterricht (Mediansplit)	194
Abbildung 8.31: Boxplots der abhängigen Variablen (Follow-up-Erhebung vs. Ersterhebung)	198
Abbildung 8.32: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Was haben Sie heute gelernt? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.	203
Abbildung 8.33: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Was hat Ihnen am besten gefallen? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.	204
Abbildung 8.34: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Was hat Ihnen am wenigsten gefallen? Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet.....	205
Abbildung 8.35: Antwortkategorien und prozentuale Nennungen auf die Frage: „Welche Labortätigkeit fanden Sie besonders spannend?	

Die an 100 fehlenden Prozent der Befragten haben diese Frage nicht beantwortet. 206

Anhänge

Anhang A

1. Itemanalyse und Skaldokumentation
 - 1.1 Itemanalyse (Anhang 1-Anhang 1b)
 - 1.2 Skaldokumentation
 - 1.2.1 Molekularbiologie (Anhang 2 - Anhang 20)
 - 1.2.2 Schülermerkmale (Anhang 21 – Anhang 22)
 - 1.2.3 Integration Unterricht (Anhang 23 – Anhang 23b)
 - 1.2.4 „Basic needs“ (Anhang 24 – Anhang 26)
 - 1.2.5 Bedingungen Schülerlabore (Anhang 27 – Anhang 30)
 - 1.2.6 Merkmale Schülerlabore (Anhang 31 – Anhang 32)
2. Faktoren Molekularbiologie (Anhang 33 – Anhang 36)

Anhang B

Erhebungsinstrumente

1. Fragebogen Erstbefragung
2. Fragebogen Follow-up-Befragung

Anhang A

1. Itemanalyse und Skalendokumentation

1.1 Itemanalyse

Anhang 1: Itemschwierigkeit der Items. Blau markiert sind die Items, deren Schwierigkeitsindex < 0,2 bzw. >0,8 ist.

1	Köller, ¹⁴ verändert	Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	0,6162
2	Köller, verändert	Naturwissenschaftliche Themen interessieren mich auch außerhalb der Schule.	0,5056
3	neu	Ich führe selbst gern Experimente durch.	0,4570
4	neu	Ich informiere mich mittels verschiedener Medien über aktuelle Forschung und wissenschaftliche Themen.	0,3852
5	Köller, verändert	Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	0,6551
6	Köller, verändert	Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	0,6840
7	neu	Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen.	0,7923
8	neu	Besuche von Schülerlabors in Instituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.	0,7264
9	neu	Ich fand es spannend, an richtigen Laborgeräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	0,8173
10	neu	Ich habe heute etwas erfahren über die aktuellen Forschungsschwerpunkte des Instituts.	0,5963
11	neu	Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge aus Wissenschaft und Forschung	0,7035
12	neu	Die Forschungsschwerpunkte wurden uns so vermittelt, dass ich die Inhalte gut verstehen konnte.	0,6760
13	neu	Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mit gerne weiter informieren.	0,3920
14	neu	Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	0,6684
15	neu	Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/eine Wissenschaftlerin persönlich über Forschungsergebnisse berichtet.	0,6317
16	neu	Ich habe einen Eindruck vom Arbeitsalltag der Wissenschaftler/innen gewonnen.	0,4911
17	neu	Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen.	0,5998
18	neu	Ich habe nicht alles verstanden, was uns die Wissenschaftler über Wissenschaft und Forschung vermittelt haben.	0,6058

¹⁴ Köller et al. (2000)

Item Nr.	Quelle	Item	Schwierigkeitsindex
19	Hofstein ¹⁵ , bzw Fraser ¹⁶	Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	0,6537
20	Hofstein	Ich hatte Spaß daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	0,7992
21	Hofstein	Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	0,5924
22	Hofstein	Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können, ist mir wichtig	0,5705
23	Hofstein	Die Experimente dauerten oft zu lange	0,6629
24	Hofstein	Ich habe nicht immer verstanden, was ich in meinen Experimenten untersuchen sollte.	0,7266
25	Hofstein	Der Schwierigkeitsgrad der Experimente war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.	0,6566
26	Hofstein	Ich war mir oft unsicher beim Durchführen der Experimente.	0,7484
27	Fraser	Ich konnte mein Wissen aus dem Unterricht während des Experimentierens anwenden.	0,5197
28	Fraser	Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen in den Experimenten umzusetzen.	0,4542
29	Hofstein	Ich habe die Experimente immer nach Anleitung bearbeitet, ohne immer genau zu wissen, was ich gerade tue.	0,6885
30	neu	Die Handhabung der Laborgerätschaften war mit während des Experimentierens nicht genügend vertraut.	0,7997
31	Fraser	Ich habe heute gut mit meinen Mitschülern zusammengearbeitet	0,8320
32	Fraser, verändert	Wir haben während des Experimentierens über die Versuche diskutiert.	0,5227
33	Fraser, verändert	Ich habe heute meinen Mitschülerinnen/Mitschülern etwas erklärt, oder mir ist etwas erklärt worden.	0,5045
34	neu	Bei den Experimenten wurde Wissen vorausgesetzt, das ich nicht habe.	0,7364
35	neu	Die Betreuer/innen sind auf Fragen gut eingegangen	0,8148
36	neu	Nach jedem Experiment haben wir die Ergebnisse ausreichend diskutiert.	0,6854
37	neu	Die Betreuer/innen haben ausreichend Hilfestellung gegeben	0,8617
38		Wie oft werden im Unterricht Schülerexperimente durchgeführt	0,4068
39	Fraser	Die Experimente haben keinen inhaltlichen Bezug zu den Themen, die wir gerade im Unterricht bearbeiten.	0,7247
40	neu	Wir haben vorher im Unterricht über die Experimente gesprochen, die wir hier durchgeführt haben.	0,4740
41	neu	Ich würde ähnliche Experimente, wie wir sie im Institutslabor durchgeführt haben, gerne noch einmal in der Schule durchführen.	0,6213
42	neu	Ich möchte gerne die Experimente noch einmal im Unterricht besprechen	0,4446
43	neu	Ich kann mir vorstellen, auch einmal an einem solchen Institut zu arbeiten.	0,3406
44	neu	Ich würde in diesem Institut gerne ein Praktikum machen	0,3010
44b	Hofstein	Ich konnte zuwenig selbst bestimmen.	0,3490

¹⁵ Hofstein et al. (1976)

¹⁶ Fraser & Giddings (1995)

Item Nr.	Quelle	Item	Schwierigkeitsindex
47		Schulnote für den Besuch	0,1699
48		Würden Sie gerne einen weiteren Tag in einem Schülerlabor experimentieren?	0,3518
55a	neu	Für einen weiteren Besuch würde ich mir wünschen... ...mehr Zeit für die Durchführung der Experimente	0,7363
55b	neu	... die Möglichkeit selbst Experimente zu entwickeln.	0,4228
55c	neu	...mehr Informationen zu den Experimenten während wir experimentieren	0,3114
55d	neu	Intensivere inhaltliche Vorbereitung des Besuchs durch unsere Lehrer	0,6631
55e	neu	...mehr Informationen über Forschungsschwerpunkte im Institut	0,5855
55f	neu	Mehr Zeit im Institut (2 Tage oder Projektwoche)	0,5758
Ergänzend: Follow-up-Fragebogen			
F1	Engeln, verändert	Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht über die durchgeführten Experimente gesprochen?	
F2	Engeln, verändert	Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht an dem Thema, mit dem sich die Experimente befasst haben, gearbeitet?	
F3	Engeln, verändert	Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Schülerlabor im Unterricht über die Forschungseinrichtung, der das Schülerlabor angegliedert ist, gesprochen?	
F4	neu	Haben Sie im Unterricht über berufliche Perspektiven in den Naturwissenschaften gesprochen?	
F5		Was ist für Sie am Besuch des Schülerlabors aus heutiger Sicht wichtig?	
F5	neu	...dass ich Experimente durchgeführt habe.	
F5	neu	... dass ich durch das Experimentieren das Thema besser verstanden habe.	
F5	neu	...dass ich Einblick in Anwendungsbezüge und aktuelle Forschungsfragen bekommen habe.	
F5	neu	...dass ich die Möglichkeit hatte, mit professionellen Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	
F5	neu	...der persönliche Kontakt zu WissenschaftlerInnen	
F5	neu	...Spaß zu haben.	
F5	neu	...dass es ein netter Schulausflug war.	
F5	neu	...dass ich Einblick in den Berufsalltag in einem Labor bekommen habe.	
F5	neu	...dass ich die Möglichkeit hatte, ein Forschungsinstitut bzw. ein Universitätsinstitut von innen zu sehen.	
F26	Engeln, verändert	Meine Einstellung zu dem Schulfach, innerhalb dessen ich das Schülerlabor besucht habe, hat sich durch den Besuch positiv verändert	
F27	neu	Meine Einstellung zu den Naturwissenschaften allgemein hat sich durch den Besuch des Schülerlabors positiv verändert.	

Berechnet wurde der Schwierigkeitsindex nach der Formel für mehrstufige Items:

$$p_m = \frac{\sum X^2}{\sum X_{\max}^2}$$

mit:

p_m = Schwierigkeitsindex für mehrstufige Items

X^2 = quadrierter Item-Score (1-4)

X_{\max}^2 = maximaler quadrierter Item-Score

$\sum X_{\max}^2$ = Summe von X_{\max}^2 über alle V_p

Anhang 1b: Mittelwerte (Likert-Skala 1-4) und Standardabweichung der Items

* negativ formuliertes Item wurde umcodiert

1	Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	3,14	,686
2	Naturwissenschaftliche Themen interessieren mich auch außerhalb der Schule.	2,80	,755
3	Ich führe selbst gern Experimente durch.	2,50	,990
4	Ich informiere mich mittels verschiedener Medien über aktuelle Forschung und wissenschaftliche Themen.	2,41	,762
5*	Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	3,25	,783
6*	Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	3,21	,808
7	Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen.	3,56	,639
8*	Besuche von Schülerlabors in Instituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.	3,20	,783
9	Ich fand es spannend, an richtigen Laborgeräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	3,60	,608
10	Ich habe heute etwas erfahren über die aktuellen Forschungsschwerpunkte des Instituts.	2,78	,893
11	Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge aus Wissenschaft und Forschung	3,28	,730
12	Die Forschungsschwerpunkte wurden uns so vermittelt, dass ich die Inhalte gut verstehen konnte.	3,08	,750
13	Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mit gerne weiter informieren.	2,23	,797
14	Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	3,14	,749
15	Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/eine Wissenschaftlerin persönlich über Forschungsergebnisse berichtet.	2,91	,892
16	Ich habe einen Eindruck vom Arbeitsalltag der Wissenschaftler/innen gewonnen.	2,93	,863
17	Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen.	2,82	,804
18*	Ich habe nicht alles verstanden, was uns die Wissenschaftler über Wissenschaft und Forschung vermittelt haben.	3,01	,874
19	Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	3,10	,769
20	Ich hatte Spaß daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	3,49	,694

Item Nr.	Item	M	SD
21	Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	2,91	,839
22	Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können, ist mir wichtig	2,85	,829
23*	Die Experimente dauerten oft zu lange	3,00	,879
24*	Ich habe nicht immer verstanden, was ich in meinen Experimenten untersuchen sollte.	3,29	,842
25	Der Schwierigkeitsgrad der Experimente war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.	3,25	2,41
26*	Ich war mir oft unsicher beim Durchführen der Experimente.	3,27	,875
27	Ich konnte mein Wissen aus dem Unterricht während des Experimentierens anwenden.	2,88	,822
28*	Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen in den Experimenten umzusetzen.	2,30	,966
29*	Ich habe die Experimente immer nach Anleitung bearbeitet, ohne immer genau zu wissen, was ich gerade tue.	3,15	,901
30*	Die Handhabung der Laborgerätschaften war mit während des Experimentierens nicht genügend vertraut.	3,62	,616
31	Ich habe heute gut mit meinen Mitschülern zusammengearbeitet	3,65	,608
32	Wir haben während des Experimentierens über die Versuche diskutiert.	2,80	,862
33	Ich habe heute meinen Mitschülerinnen/Mitschülern etwas erklärt, oder mir ist etwas erklärt worden.	2,70	,905
34*	Bei den Experimenten wurde Wissen vorausgesetzt, das ich nicht habe.	3,47	,647
35	Die Betreuer/innen sind auf Fragen gut eingegangen	3,53	,636
36	Nach jedem Experiment haben wir die Ergebnisse ausreichend diskutiert.	3,17	,849
37	Die Betreuer/innen haben ausreichend Hilfestellung gegeben	3,63	,581
38	Wie oft werden im Unterricht Schülerexperimente durchgeführt	2,10	,895
39*	Die Experimente haben keinen inhaltlichen Bezug zu den Themen, die wir gerade im Unterricht bearbeiten.	3,64	,559
40	Wir haben vorher im Unterricht über die Experimente gesprochen, die wir hier durchgeführt haben.	3,04	,992
41	Ich würde ähnliche Experimente, wie wir sie im Institutslabor durchgeführt haben, gerne noch einmal in der Schule durchführen.	2,90	,920
42	Ich möchte gerne die Experimente noch einmal im Unterricht besprechen	2,38	,890
43	Ich kann mir vorstellen, auch einmal an einem solchen Institut zu arbeiten.	2,07	,977
44	Ich würde in diesem Institut gerne ein Praktikum machen	1,82	,950
44b*	Ich konnte zuwenig selbst bestimmen.	2,64	,940
F1	Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht über die durchgeführten Experimente gesprochen?	2,42	,705
F2	Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht an dem Thema, mit dem sich die Experimente befasst haben, gearbeitet?	2,42	,897
F3	Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Schülerlabor im Unterricht über die Forschungseinrichtung, der das Schülerlabor angegliedert ist, gesprochen?	1,77	,704
F4	Haben Sie im Unterricht über berufliche Perspektiven in den Naturwissenschaften gesprochen?	1,39	,616
F5	Was ist für Sie am Besuch des Schülerlabors aus heutiger Sicht wichtig?		

F5	...dass ich Experimente durchgeführt habe.	3,41	,757
	... dass ich durch das Experimentieren das Thema besser verstanden habe.	3,26	,785
Item Nr.	Item	M	SD
F5	...dass ich Einblick in Anwendungsbezüge und aktuelle Forschungsfragen bekommen habe.	3,09	,725
F5	...dass ich die Möglichkeit hatte, mit professionellen Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	3,53	,704
F5	...der persönliche Kontakt zu WissenschaftlerInnen	2,50	,832
F5	...Spaß zu haben.	3,02	,813
F5	...dass es ein netter Schulausflug war.	2,76	,845
F5	...dass ich Einblick in den Berufsalltag in einem Labor bekommen habe.	2,99	,839
F5	...dass ich die Möglichkeit hatte, ein Forschungsinstitut bzw. ein Universitätsinstitut von innen zu sehen.	2,93	,887
F26	Meine Einstellung zu dem Schulfach, innerhalb dessen ich das Schülerlabor besucht habe, hat sich durch den Besuch positiv verändert	1,90	,770
F27	Meine Einstellung zu den Naturwissenschaften allgemein hat sich durch den Besuch des Schülerlabors positiv verändert.	1,89	,791

1.2 Skalendokumentation

1.2.1 Molekularbiologie

Anhang 2: Subjektiver Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie

Nr.	Item: Der Besuch im Schülerlabor hat mein Wissen an folgenden Fragen gesteigert...
1	...wie man Erbkrankheiten mit Hilfe gentechnischer Methoden feststellen bzw. heilen kann.
2	...wie Wissenschaftler die Entwicklung der Gentechnologie sehen.
3	...wie eine Gelelektrophorese funktioniert.
4	...welche ethischen Probleme im Zusammenhang mit Gentechnologie entstehen können.
5	...wie eine PCR funktioniert.
6	...in welchen Bereichen PCR angewendet wird.
7	...wie ein genetischer Fingerabdruck funktioniert.
8	...wie genau man in einem Gentechnik-Labor arbeiten muss.
9	...welche Forschungsthemen im Bereich Gentechnologie aktuell sind.
10	...wie die molekularbiologischen Abläufe von PCR oder Restriktionsverdau sind.
11	...wie ein Restriktionsenzym aufgebaut ist.
12	...wie man mit Hilfe der Gentechnologie pharmazeutische Produkte herstellen kann.
13	...was genau eine Polymerase macht.
14	...wie man in einem Labor arbeitet.
15	...wie Wissenschaftler arbeiten.
16	...welche weiteren gentechnischen Verfahren es gibt.
17	...wie man DNA verändern kann.
18	...an molekulargenetischen Grundlagenkenntnissen.

Anhang 3: erklärte Gesamtvarianz der Faktoren zum subjektiv empfundenen Wissenserwerb

Faktorenanalyse der Items zum Wissenserwerb in Molekularbiologie

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	5,803	32,240	32,240	3,186	17,702	17,702
2	2,106	11,702	43,943	2,558	14,210	31,912
3	1,347	7,484	51,426	2,387	13,261	45,173
4	1,059	5,885	57,311	2,185	12,138	57,311
5	,933	5,186	62,497			
6	,839	4,663	67,160			
7	,754	4,188	71,349			
8	,681	3,783	75,132			

Anhang 5: Faktorenanalyse der Items zum subjektiven Wissenserwerb; dargestellt sind Faktorladungen > 0,40

Rotierte Komponentenmatrix(a)

	Komponente			
	1	2	3	4
16 Wissen über weitere gentechnische Verfahren	,736			
1 Wissen Erbkrankheiten und gentechnische Methoden	,725			
4 Wissen ethische Probleme in Zusammenhang mit Gentechnik	,725			
17 Wissen über DNA-Veränderung	,572			,437
7 Wissen Funktion Fingerabdruck	,520			
5 Wissen Funktion PCR		,839		
3 Wissen Funktion Gelelektrophorese		,790		
6 Wissen Anwendungsbereiche PCR		,678		
13 Wissen Funktion Polymerase		,444		
8 Wissen zur Notwendigkeit genauer Arbeit im Gentechnik-Labor			,784	
14 Wissen zur Laborarbeit			,723	
15 Wissen Arbeit Wissenschaftler			,695	
2 Wissen Ansicht Wissenschaftler zur Gentechnologie	,471		,526	
9 Wissen aktuelle Forschungsthemen			,462	
11 Wissen Aufbau Restriktionsenzyme				,771
10 Wissen molekularbiologische Abläufe von PCR oder Restriktionsverdau				,754
12 Wissen wie man pharmazeutische Produkte mit Gentechnologie herstellen kann	,544			,565
18 Wissen molekulargenetische Grundlagenkenntnisse				,475

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse. Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Anhang 6: Gütekriterien für die Faktorenanalyse zum subjektiven Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,858
Bartlett-Test auf Sphärität	Ungefähres Chi-Quadrat	1150,437
	df	153
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Anhang 7: Kommunalitäten der Items zum subjektiv empfundenen Wissenserwerb

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Wissen Erbkrankheiten	1,000	,548
Wissen Wissenschaftler	1,000	,559
Wissen Gelelektrophorese	1,000	,668
Wissen ethische Probleme	1,000	,552
WissenPcr	1,000	,761
Wissen Bereich PCR	1,000	,562
Wissen Fingerabdruck	1,000	,375
Wissen genaue Laborarbeit	1,000	,654
Wissen Forschung	1,000	,418
Wissen molekularbiologische Abläufe	1,000	,631
Wissen Restriktionsenzyme	1,000	,687
Wissen pharmazeutische Produkte	1,000	,616
Wissen Polymerase	1,000	,420
Wissen Laborarbeit	1,000	,643
Wissen Arbeit Wissenschaftler	1,000	,575
Wissen gentechnische Verfahren	1,000	,621
Wissen DNA-Veränderung	1,000	,537
Wissen molekulargenetische Grundlagen	1,000	,490

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Anhang 8: Mittelwerte und Standardabweichung der Items zum subjektiven Wissenserwerb

	Mittelwert	Std.- Abweichung	Anzahl
Wissen DNA-Veränderung	2,3889	,97676	180
Wissen molekulargenetische Grundlagen	2,4611	,89919	180
Wissen gentechnische Verfahren	2,1389	,88919	180
Wissen Arbeit Wissenschaftler	2,6889	,92928	180
Wissen Laborarbeit	3,0556	,89519	180
Wissen Polymerase	2,8833	,94115	180
Wissen pharmazeutische Produkte	1,9222	,92426	180
Wissen Restriktionsenzyme	2,1333	,95952	180
Wissen molekularbiologische Abläufe	2,5111	,91840	180
Wissen Forschung	2,2278	,91438	180
Wissen genaue Laborarbeit	3,0889	,87987	180
Wissen Fingerabdruck	2,6056	1,01110	180
Wissen Bereich PCR	2,9000	,88501	180
WissenPcr	3,2889	,88114	180
Wissen ethische Probleme	2,2222	1,05468	180
Wissen Gelelektrophorese	3,1667	1,01662	180
Wissen Wissenschaftler	2,0167	,88737	180
Wissen Erbkrankheiten	2,2333	,93414	180

Skalen zum subjektiven Wissenserwerb im Bereich Molekularbiologie

Anhang 9: Wissenserwerb Molekularbiologie allgemein

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,799$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,803$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Wissen DNA-Veränderung	11,1022	11,714	,602	,399	,757
Wissen gentechnische Verfahren	11,3710	11,867	,664	,485	,745
Wissen pharmazeutische Produkte	11,5699	12,171	,564	,342	,766
Wissen Fingerabdruck	10,9086	12,516	,433	,206	,797
Wissen ethische Probleme	11,2849	11,556	,558	,314	,768
Wissen Erbkrankheiten	11,2634	12,390	,526	,307	,775

Anhang 10:Wissenserwerb Experimente

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,769$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,773$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Wissen Gelelektrophorese	9,0632	4,673	,568	,411	,717
WissenPcr	8,9368	4,652	,719	,554	,637
Wissen Bereich PCR	9,3316	5,027	,594	,396	,702
Wissen Polymerase	9,3474	5,434	,424	,189	,789

Anhang 11: Wissenserwerb Laborarbeit

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,713$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,713$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Wissen genaue Laborarbeit	7,7234	4,116	,560	,335	,614
Wissen Laborarbeit	7,7660	4,009	,580	,409	,601
Wissen Arbeit Wissenschaftler	8,1330	3,934	,558	,348	,613
Wissen Wissenschaftler	8,8191	4,823	,318	,114	,753

Anhang 12: Wissenserwerb Molekularbiologische Grundlagen

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,677$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,677$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Wissen Restriktionsenzyme	4,9784	2,315	,518	,268	,545
Wissen molekulargenetische Grundlagen	4,6541	2,575	,464	,217	,615
Wissen molekularbiologische Abläufe	4,5730	2,442	,488	,241	,585

Interesse an Aspekten der Molekularbiologie

Anhang 13: Tabelle der Items zum epistemischen Interesse an Molekularbiologie

Nr.	Item: Der Besuch im Schülerlabor hat mein Interesse an folgenden Fragen gesteigert...
1	...wie man Erbkrankheiten mit Hilfe gentechnischer Methoden feststellen bzw. heilen kann.
2	...wie Wissenschaftler die Entwicklung der Gentechnologie sehen.
3	...wie eine Gelelektrophorese funktioniert.
4	...welche ethischen Probleme im Zusammenhang mit Gentechnologie entstehen können.
5	...wie eine PCR funktioniert.
6	...in welchen Bereichen PCR angewendet wird.
7	...wie ein genetischer Fingerabdruck funktioniert.
8	...wie genau man in einem Gentechnik-Labor arbeiten muss.
9	...welche Forschungsthemen im Bereich Gentechnologie aktuell sind.
10	...wie die molekularbiologischen Abläufe von PCR oder Restriktionsverdau sind.
11	...wie ein Restriktionsenzym aufgebaut ist.
12	...wie man mit Hilfe der Gentechnologie pharmazeutische Produkte herstellen kann.
13	...was genau eine Polymerase macht.
14	...wie man in einem Labor arbeitet.
15	...wie Wissenschaftler arbeiten.
16	...welche weiteren gentechnischen Verfahren es gibt.
17	...wie man DNA verändern kann.
18	...an molekulargenetischen Grundlagenkenntnissen.

Anhang 14: erklärte Gesamtvarianz der Faktoren zum epistemischen Interesse an Molekularbiologie

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	7,718	42,877	42,877	3,800	21,109	21,109
2	1,619	8,994	51,871	3,451	19,173	40,282
3	1,186	6,587	58,458	3,272	18,176	58,458
4	,883	4,905	63,363			
5	,791	4,392	67,755			
6	,693	3,848	71,603			
7	,640	3,555	75,158			

Anhang 15: Gütekriterien für die Faktorenanalyse zum epistemischen Interesse im Bereich Molekularbiologie

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,917
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	1590,064
	df	153
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Anhang 16: Faktorenanalyse zum epistemischen Interesse an Molekularbiologie; dargestellt sind Faktorladungen > ,40

Rotierte Komponentenmatrix(a)

	Komponente		
	1	2	3
Interesse ethische Probleme	,769		
Interesse Fingerabdruck	,679		
Interesse DNA-Veränderung	,636		
Interesse pharmazeutische Produkte	,619		
Interesse gentechnische Verfahren	,604		,491
Interesse Erbkrankheiten	,583		
Interesse Wissenschaftler	,538		
Interesse Forschung	,497		,489
Interesse PCR		,822	
Interesse Gelelektrophorese		,774	
Interesse Bereich PCR		,719	
Interesse Molekularbiologische Abläufe		,633	
Interesse Restriktionsenzyme		,549	
Interesse Polymerase	,406	,528	
Interesse Arbeit Wissenschaftler			,827
Interesse Laborarbeit			,791
Interesse genaue Laborarbeit			,734
Interesse molekulargenetische Grundlagen	,443		,488

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Anhang 17: Kommunalitäten der Items der Faktorenanalyse zum Interesse an Aspekten der Molekularbiologie

	Anfänglich	Extraktion
Interesse Erbkrankheiten	1,000	,441
Interesse Wissenschaftler	1,000	,417
Interesse Gelelektrophorese	1,000	,608
Interesse ethische Probleme	1,000	,595
Interesse PCR	1,000	,742
Interesse Bereich PCR	1,000	,598
Interesse Fingerabdruck	1,000	,600
Interesse genaue Laborarbeit	1,000	,675
Interesse Forschung	1,000	,526
Interesse Molekularbiologische Abläufe	1,000	,555
Interesse Restriktionsenzyme	1,000	,429
Interesse pharmazeutische Produkte	1,000	,588
Interesse Polymerase	1,000	,497
Interesse Laborarbeit	1,000	,749
Interesse Arbeit Wissenschaftler	1,000	,741
Interesse gentechnische Verfahren	1,000	,642
Interesse DNA-Veränderung	1,000	,582
Interesse molekulargenetische Grundlagen	1,000	,539

Skalen zum epistemischen Interesse

Anhang 18: Interessenzuwachs Molekularbiologie allgemein

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,864$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,864$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Interesse ethische Probleme	17,4332	26,333	,544	,334	,856
Interesse Fingerabdruck	17,3369	26,601	,602	,385	,849
Interesse DNA-Veränderung	17,3476	25,637	,667	,509	,841
Interesse pharmazeutische Produkte	17,5615	25,043	,685	,492	,839
Interesse gentechnische Verfahren	17,5829	25,255	,710	,561	,836
Interesse Wissenschaftler	17,6257	27,408	,526	,313	,857
Interesse Erbkrankheiten	17,1818	26,311	,573	,374	,852
Interesse Forschung	17,3690	26,481	,600	,393	,849

Anhang 19: Interessenzuwachs Experimente

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,838$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,838$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Interesse PCR	11,7514	11,525	,737	,607	,785
Interesse Gelelektrophorese	11,8486	12,553	,541	,412	,826
Interesse Bereich PCR	11,7568	12,218	,651	,471	,804
Interesse Molekularbiologische Abläufe	12,0865	12,329	,632	,436	,807
Interesse Restriktionsenzyme	12,2595	12,976	,535	,327	,826
Interesse Polymerase	12,0541	12,519	,586	,391	,817

Anhang 20: Interessenzuwachs Laborarbeit und wiss. Arbeiten

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,838$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,838$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Interesse Arbeit Wissenschaftler	4,9000	3,318	,713	,520	,762
Interesse Laborarbeit	4,7684	3,364	,728	,536	,748
Interesse genaue Laborarbeit	4,9105	3,394	,661	,438	,813

1.2.2 Schülermerkmale

Anhang 21: Skala Individuelles Interesse

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,680$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,699$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
1 Naturwissenschaften bringen mir Spass	7,7290	3,479	,534	,390	,580
2 Naturwissenschaftliche Themen interessieren mich auch außerhalb der Schule.	8,0748	3,051	,643	,479	,500
3 Ich führe selbst gerne Experimente durch.	8,3707	3,022	,382	,164	,694
4 Ich informiere mich mittels verschiedener Medien (TV, Zeitschriften, Internet, Bücher) über aktuelle Forschung und wissenschaftliche Themen	8,4611	3,693	,357	,191	,678

Anhang 22: Skala Selbstkonzept

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,806$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,806$)

Gesamt Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenzvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
6 Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	6,0526	1,865	,603	,591
5 Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	6,0570	1,887	,635	,559

1.2.3 Skalen Integration Unterricht

Anhang 23: Skala Unterrichtsbezug

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,639$ (für standardisierte Items: $\alpha = ,639$)

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenzvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
27 Ich konnte mein Wissen aus dem Unterricht während des Experimentierens anwenden.	9,0921	4,922	,429	,564
34 Bei den Experimenten wurde Wissen vorausgesetzt, das ich nicht habe.	8,4899	5,408	,376	,600
39 Die Experimente haben keinen inhaltlichen Bezug zu den Themen, die wir gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht bearbeiten.	8,5326	5,015	,418	,572
40 Wir haben schon vorher im Unterricht über die Experimente gesprochen, die wir hier durchgeführt haben.	9,3393	3,711	,482	,532

Anhang 23b: Skala Nachbereitung

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,582$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
über durchgeführte Experimente gesprochen	4,2000	1,534	,523	,299
an Thema gearbeitet	4,2035	1,444	,321	,622
über Forschungseinrichtung gesprochen	4,8456	1,772	,361	,525

1.2.4 Skalen „Basic needs“

Anhang 24: Skala Soziale Eingebundenheit

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,590$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
32 Wir haben während des Experimentierens über die Versuche diskutiert.	6,2511	1,732	,486	,348
31 Ich habe heute gut mit meinen Mitschülerinnen/Mitschülern zusammen gearbeitet.	5,4093	2,644	,283	,638
33 Ich habe heute meinen Mitschülerinnen/Mitschülern etwas erklärt, oder mir ist etwas erklärt worden.	6,3270	1,612	,457	,400

Anhang 25: Skala Kompetenzerleben

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,671$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
19 Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	12,7469	6,102	,312	,665
24 Ich habe nicht immer verstanden, was ich in meinen Experimente untersuchen sollte.	12,5531	5,226	,505	,582
29 Ich habe die Experimente nach der Anleitung bearbeitet, ohne immer genau zu wissen, was ich gerade tue.	12,6938	5,009	,509	,578
26 Ich war mir oft unsicher beim Durchführen der Experimente.	12,5719	5,625	,360	,649

Anhang 26: Skala Autonomie

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,620$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
28 Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen in den Experimenten umzusetzen.	3,9191	1,305	,443	,305
die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln bzw. zu variieren	4,9706	2,814	,210	,641
Ich konnte zu wenig selbst bestimmen	3,5809	1,312	,504	,172

1.2.5 Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore

Anhang 27: Faktorenanalyse zum Interesse an den Bedingungen der Schülerlabore Hauptkomponentenanalyse, Varimax-Rotation

	Komponente				
	1	2	3	4	5
20 Ich hatte Spass daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	,795				
21 Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	,704				
9 Ich fand es spannend, an richtigen Labor-Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	,643				
22 Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können, ist mir wichtig.	,603	,417			
19 Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	,575				
23 Die Experimente dauerten oft zu lange.	,479				
14 Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.		,782			
13 Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mich gerne weiter informieren.		,702			
11 Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge aus Wissenschaft und Forschung.		,529			
8 Besuche von Schülerlabors in Instituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.			,734		
7 Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen			,692		
15 Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/ eine Wissenschaftlerin persönlich über seine / ihre Forschungsarbeit berichtet.		,413	,417		
42 Ich möchte gerne die Experimente noch einmal im Unterricht besprechen.				,825	
41 Ich würde ähnliche Experimente, wie wir sie im Instituts-Labor durchgeführt haben, gerne noch einmal in der Schule durchführen.	,406			,591	
17 Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden, wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen.					,951

KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		,884
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	450,998
	df	91
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
7 Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen	1,000	,658
8 Besuche von Schülerlabors in Instituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.	1,000	,591
9 Ich fand es spannend, an richtigen Labor-Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	1,000	,551
21 Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	1,000	,667
20 Ich hatte Spass daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	1,000	,707
22 Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können, ist mir wichtig.	1,000	,592
41 Ich würde ähnliche Experimente, wie wir sie im Instituts-Labor durchgeführt haben, gerne noch einmal in der Schule durchführen.	1,000	,564
13 Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mich gerne weiter informieren.	1,000	,611
11 Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge aus Wissenschaft und Forschung.	1,000	,514
15 Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/ eine Wissenschaftlerin persönlich über seine / ihre Forschungsarbeit berichtet.	1,000	,440
42 Ich möchte gerne die Experimente noch einmal im Unterricht besprechen.	1,000	,729
14 Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	1,000	,666
19 Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	1,000	,513
23 Die Experimente dauerten oft zu lange.	1,000	,347
17 Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden, wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen.	1,000	,917

Erklärte Gesamtvarianz						
Komponente	Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	4,983	33,219	33,219	2,969	19,796	19,796
2	1,196	7,976	41,194	2,030	13,533	33,329
3	1,089	7,263	48,457	1,646	10,970	44,299
4	,948	6,320	54,777	1,380	9,203	53,502
5	,848	5,654	60,431	1,039	6,929	60,431
6						

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Anhang 28: Skala Kontexte

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,688$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
13 Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mich gerne weiter informieren.	9,1093	3,241	,544	,578
14 Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	8,2623	3,480	,452	,636
15 Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/ eine Wissenschaftlerin persönlich über seine / ihre Forschungsarbeit berichtet.	8,3825	3,073	,489	,614
11 Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge aus Wissenschaft und Forschung.	8,1148	3,630	,409	,661

Anhang 29: Skala Authentische Lernumgebung

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,662$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
7 Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen	6,7585	1,392	,531	,506
8 Besuche von Schülerlabors in Instituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.	7,1186	1,177	,437	,639
9 Ich fand es spannend, an richtigen Laborgeräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	6,7669	1,379	,474	,567

Anhang 30: Skala Interesse Experimentieren

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,759$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
20 Ich hatte Spass daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	15,4969	6,964	,627	,694
21 Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	16,0818	6,353	,639	,683
9 Ich fand es spannend, an richtigen Labor-Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	15,3931	7,671	,499	,728
22 Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können, ist mir wichtig.	16,1447	6,824	,517	,719
19 Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	15,8868	7,211	,474	,731
23 Die Experimente dauerten oft zu lange.	15,9969	7,467	,310	,781

1.2.6 Skalen Merkmale Schülerlabore

Anhang 31:Skala Einblick Forschung

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,465$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
10 Ich habe heute etwas erfahren über die aktuellen Forschungsschwerpunkte des Instituts.	8,7890	2,916	,282	,377
12 Die Forschungsschwerpunkte wurden uns so vermittelt, dass ich die Inhalte gut verstehen konnte.	8,5367	3,058	,470	,234
16 Ich habe einen Eindruck vom Arbeitsalltag der Wissenschaftler/innen gewonnen.	9,0619	3,217	,202	,458
18 Ich habe nicht alles verstanden, was uns die Wissenschaftler über ihre Arbeit vermittelt haben.	8,7867	3,396	,162	,492

Anhang 32: Skala Instruktionsqualität

Cronbachs Alpha: $\alpha = ,691$

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Trennschärfe	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
37 Die Betreuer/innen im Schülerlabor haben während des Experimentierens ausreichend Hilfestellung gegeben.	6,7116	1,590	,540	,580
35 Die Betreuer/innen sind auf unsere Fragen gut eingegangen.	6,8119	1,487	,531	,574
36 Nach jedem Experiment haben wir die Ergebnisse ausreichend diskutiert.	7,1787	1,109	,496	,658

2. Faktoren Molekularbiologie

Anhang 33: Items zum Wissenserwerb und epist. Interesse Molekularbiologie; Mittelwert und Median

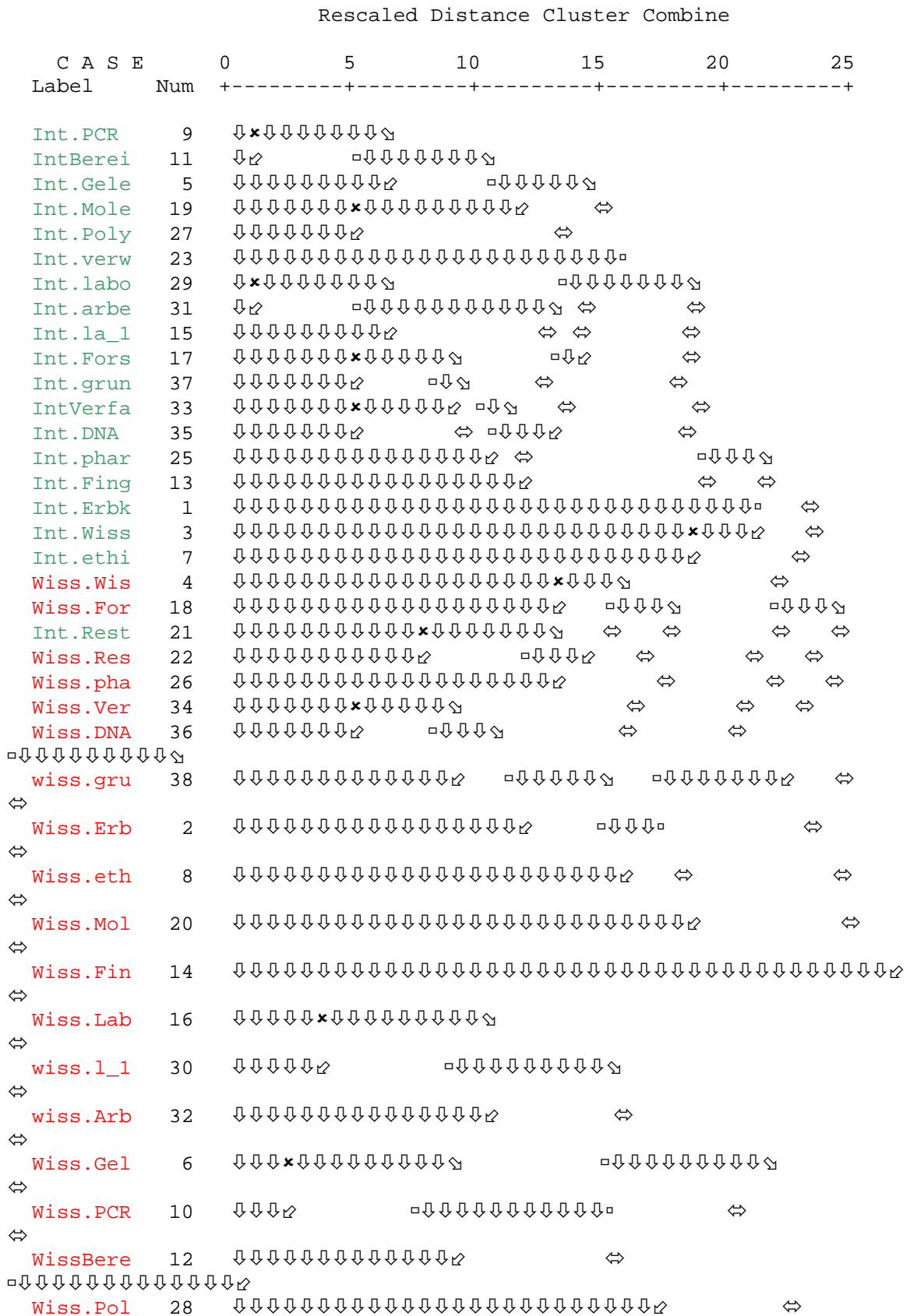
	N	Mittelwert	Median
	Gültig		
Interesse Erbkrankheiten	191	2,7277	2,8073(a)
Wissen Erbkrankheiten	191	2,2461	2,2403(a)
Interesse Wissenschaftler	191	2,2880	2,2656(a)
Wissen Wissenschaftler	190	2,0053	1,9270(a)
Interesse Gelelektrophorese	190	2,5000	2,5000(a)
Wissen Gelelektrophorese	191	3,1623	3,3467(a)
Interesse ethische Probleme	189	2,4974	2,5192(a)
Wissen ethische Probleme	188	2,2128	2,1100(a)
Interesse PCR	191	2,5969	2,6250(a)
WissenPcr	192	3,2813	3,4088(a)
Interesse Bereich PCR	191	2,5759	2,6000(a)
Wissen Bereich PCR	192	2,8854	2,9683(a)
Interesse Fingerabdruck	191	2,5916	2,6220(a)
Wissen Fingerabdruck	191	2,5916	2,5948(a)
Interesse genaue Laborarbeit	191	2,3717	2,3333(a)
Wissen genaue Laborarbeit	192	3,0885	3,1736(a)
Interesse Forschung	191	2,5445	2,5528(a)
Wissen Forschung	191	2,2199	2,1923(a)
Interesse Molekularbiologische Abläufe	188	2,2606	2,2481(a)
Wissen molekularbiologische Abläufe	188	2,5319	2,5496(a)
Interesse Restriktionsenzyme	188	2,0957	2,0574(a)
Wissen Restriktionsenzyme	188	2,1170	2,0268(a)
Interesse Verwandtschaftsverhältnisse	190	2,6947	2,7417(a)
Wissen Verwandtschaftsverhältnisse	190	2,8632	3,0078(a)
Interesse pharmazeutische Produkte	191	2,3665	2,3364(a)

Wissen pharmazeu- tische Produkte	191	1,9476	1,8310(a)
Interesse Polyme- rase	191	2,2932	2,2734(a)
Wissen Polymerase	191	2,8743	2,9576(a)
Interesse Laborar- beit	190	2,5211	2,5289(a)
Wissen Laborarbeit	191	3,0419	3,1379(a)
Interesse Arbeit Wissenschaftler	191	2,3822	2,3565(a)
Wissen Arbeit Wis- senschaftler	191	2,6754	2,6947(a)
Interesse gentechni- sche Verfahren	190	2,3421	2,3103(a)
Wissen gentechni- sche Verfahren	190	2,1474	2,1172(a)
Interesse DNA- Veränderung	189	2,5661	2,5897(a)
Wissen DNA- Veränderung	189	2,3915	2,4032(a)
Interesse moleku- largenetische Grundlagen	189	2,5291	2,5455(a)
Wissen molekular- genetische Grund- lagen	189	2,4444	2,4779(a)

a Aus gruppierten Daten berechnet

Anhang 35: hierarchische Clusteranalyse der Items zur Molekularbiologie

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Int.arbe	Int.Arbeit
Int.Erbk	Int.Erbkrankheiten
Int.ethi	Int.ethische Aspekte
Int.Fing	Int.Fingerabdruck
Int.Fors	Int.Forschungsthemen
Int.Gele	Int.Gelelektrophorese
Int.grun	Int.Grundlagenkenntnisse
Int.la_1	Int.genaue Laborarbeit
Int.labo	Int.Laborarbeit
Int.Mole	Int.Molekularbiologische Abläufe
Int.phar	Int.pharmazeutische Produkte
Int.Poly	Int.Polymerasefunktion
Int.Rest	Int.Restriktionsenzym
Int.Wiss	Int.Arbeit Wissenschaftler
IntBerei	IntBereichAnwendungPCR
IntVerfa	IntVerfahren Gentechnik
wiss.Arb	wiss.Arbeit
Wiss.eth	Wiss.ethische Aspekte
Wiss.Fin	Wiss.Fingerabdruck
Wiss.For	Wiss.Forschungsthemen
Wiss.Gel	Wiss.Gelelektrophorese
wiss.gru	wiss.Grundlagenkenntnisse
wiss.l_1	wiss.Laborarbeit
Wiss.Lab	Wiss.Laborgenau
Wiss.Mol	Wiss.Molekularbiologische Abläufe
Wiss.pha	Wiss.pharmazeutische Produkte
Wiss.Pol	Wiss.Polymerasefunktion
Wiss.Res	Wiss.Restriktionsenzym
Wiss.Ver	Wiss.Verfahren Gentechnik
Wiss.Wis	Wiss.Arbeit Wissenschaftler

Anhang B: Erhebungsinstrumente

1. Fragebogen der Ersterhebung



INSTITUT FÜR DIE PÄDAGOGIK DER NATURWISSENSCHAFTEN
AN DER UNIVERSITÄT KIEL
Abteilung Biologiedidaktik
Ingrid Glowinski

Projekt

PRONAT – PRO NATURWISSENSCHAFTEN UND TECHNIK

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Mit diesem Fragebogen möchten wir Ihre Meinung zum Schülerlabor kennen lernen.

Dieser Fragebogen ist kein Test und keine Leistungskontrolle!

Er dient der Schilderung Ihrer Eindrücke und Erfahrungen.

Sie helfen uns mit Ihren Antworten, außerschulische Lernorte wie Schülerlabore in ihrer Wirksamkeit zu erfassen und ggf. zu verbessern!

Auf den folgenden Seiten finden Sie verschiedene Aussagen über das Schülerlabor und andere Themenbereiche. Jede Aussage ist so aufgebaut, dass Sie mehrere Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen haben. Kreuzen Sie bitte bei jeder Aussage die für Sie *am besten zutreffende* Antwort an. Machen Sie dabei pro Zeile bitte nur ein Kreuz .

Bitte gehen Sie bei der Bearbeitung des Fragebogens möglichst zügig vor und bearbeiten die Aussagen in der vorgegebenen Reihenfolge. Lassen Sie dabei bitte keine Aussage aus. Bei dem Fragebogen existieren keine richtigen oder falschen Antworten. Kreuzen Sie am besten diejenige Antwort an, die Ihnen als erste einfällt. Die übrigen Fragen beantworten Sie bitte durch Schreiben in die vorgesehenen Zeilen.

Ihre Antworten werden **völlig vertraulich** behandelt und **können Ihnen nicht zugeordnet werden**.

Damit allerdings die Angaben dieses und möglicher späterer Fragebogen einander in Beziehung gesetzt werden können, ist es notwendig, eine Kennzeichnung der Fragebögen vorzunehmen. Dazu benötigen wir Angaben, die einerseits individuell sind, andererseits keine Rückschlüsse auf Ihre Person erlauben, um die Vertraulichkeit zu wahren.

Erstellen Sie Ihr Kennzeichen deshalb bitte auf folgende Weise:

Ingrid Glowinski

PRONaT - PRO Naturwissenschaften und Technik

IPN Kiel

- Tragen Sie in die vorderen 2 Kästchen die Initialen Ihres Vaters ein.
- Tragen Sie in die hinteren 4 Kästchen den Geburtstag (TTMM) Ihrer Mutter ein.

(Beispiel: Wenn Ihr Vater z.B. Max Mustermann hieße und Ihre Mutter am 7.12.1960 Geburtstag hätte, lautete Ihr Kennzeichen: MM – 0712.)

		-				
--	--	---	--	--	--	--

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Alter:

Ich bin: männlich

weiblich

Bitte die beiden Lieblingsfächer angeben: 1. _____

2. _____

Welche Schulfächer mögen Sie am wenigsten? 1. _____

2. _____

Ihre letzten Zeugnisnoten:

			Note	1	2	3	4	5	Kein Unterricht
Physik	LK <input type="checkbox"/>	GK <input type="checkbox"/>							
Chemie	LK <input type="checkbox"/>	GK <input type="checkbox"/>							
Biologie	LK <input type="checkbox"/>	GK <input type="checkbox"/>							

jetzige Klassenstufe:

Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen auf Sie zutreffen

Zunächst allgemeine Fragen:

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
1. Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Naturwissenschaftliche Themen interessieren mich auch außerhalb der Schule.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich führe selbst gerne Experimente durch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
4. Ich informiere mich mittels verschiedener Medien (TV, Zeitschriften, Internet, Bücher) über aktuelle Forschung und wissenschaftliche Themen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fragen zum Besuch des Schülerlabors:				
7. Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Besuche von Schülerlabors in Instituten sind nicht mehr als ein netter Schulausflug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fand es spannend, an richtigen Labor-Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Ich habe heute etwas erfahren über die aktuellen Forschungsschwerpunkte des Instituts.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich dazu auch Kenntnisse erwerbe über Anwendungsbezüge aus Wissenschaft und Forschung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Die Forschungsschwerpunkte wurden uns so vermittelt, dass ich die Inhalte gut verstehen konnte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mich gerne weiter informieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler/ eine Wissenschaftlerin persönlich über Forschungsergebnisse berichtet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Ich habe einen Eindruck vom Arbeitsalltag der Wissenschaftler/innen gewonnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Forschung kann über Medien genauso spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. Ich habe nicht alles verstanden was uns die Wissenschaftler über Wissenschaft und Forschung vermittelt haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<u>Fragen zu den Experimenten</u>		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
19.	Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20.	Ich hatte Spaß daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21.	Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22.	Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können ist mir wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23.	Die Experimente dauerten oft zu lange.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24.	Ich habe nicht immer verstanden, was ich in meinen Experimenten untersuchen sollte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25.	Der Schwierigkeitsgrad der Experimente war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26.	Ich war mir oft unsicher beim Durchführen der Experimente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27.	Ich konnte mein Wissen aus dem Unterricht während des Experimentierens anwenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28.	Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen in den Experimenten umzusetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29.	Ich habe die Experimente nach der Anleitung bearbeitet ohne immer genau zu wissen was ich gerade tue.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30.	Die Handhabung der Laborgerätschaften war mir während des Experimentierens nicht genügend vertraut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31.	Ich habe heute gut mit meinen Mitschülerinnen/Mitschülern zusammen gearbeitet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32.	Wir haben während des Experimentierens über die Versuche diskutiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33.	Ich habe heute meinen Mitschülerinnen/Mitschülern etwas erklärt, oder mir ist etwas erklärt worden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34.	Bei den Experimenten wurde Wissen vorausgesetzt, das ich nicht habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35.	Die Betreuer/innen sind auf unsere Fragen gut eingegangen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36.	Nach jedem Experiment haben wir die Ergebnisse ausreichend diskutiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37.	Die Betreuer/innen im Schülerlabor haben während des Experimentierens ausreichend Hilfestellung gegeben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragen zum naturwissenschaftlichen Unterricht

- | | sehr selten | selten | manchmal | oft |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 38. Wie oft werden im Unterricht Schülerexperimente durchgeführt? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| | | | | |
| | stimmt gar nicht | stimmt wenig | stimmt ziemlich | stimmt völlig |
| 39. Die Experimente haben keinen inhaltlichen Bezug zu den Themen, die wir gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht bearbeiten. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 40. Wir haben vorher im Unterricht über die Experimente gesprochen, die wir hier durchgeführt haben. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 41. Ich würde ähnliche Experimente, wie wir sie im Instituts-Labor durchgeführt haben, gerne noch einmal in der Schule durchführen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 42. Ich möchte gerne die Experimente noch einmal im Unterricht besprechen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 44.b. Ich konnte zu wenig selbst bestimmen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Weitere Fragen:

- | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 43. Ich kann mir vorstellen, auch einmal an einem solchen Institut zu arbeiten. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| aus welchen Gründen? | | | | |

- | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 44. Ich würde in den Ferien in diesem Institut gerne ein Praktikum machen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| aus welchen Gründen? | | | | |

45. Was haben Sie heute gelernt? _____

46. Welche Fragen sind offen geblieben? _____

47. Bitte gebe dem Schülerlabor eine Gesamtnote (zwischen 1 und 6)

48. Würden Sie gerne einen weiteren Tag in einem Schülerlabor
experimentieren?
Ja **Nein**

49. Was hat Ihnen am heutigen Besuch des Labors am besten gefallen? _____

50. Was hat Ihnen am heutigen Besuch des Labors am wenigsten gefallen? _____

51. Am interessantesten fand ich das Experiment: _____

52. An folgenden Experimenten hätte ich gerne intensiver gearbeitet: _____

53. Besonders spannend fand ich die folgende Labortätigkeit: _____

54. Am wenigsten interessant fand ich die Labortätigkeit : _____

55. Für einen weiteren Besuch würde ich mir wünschen...

	Ja	Nein
mehr Zeit für die Durchführung der Experimente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln bzw. zu variieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mehr Information zu den Experimenten während wir experimentieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
intensivere inhaltliche Vorbereitung des Besuchs im Schülerlabor durch unsere Lehrer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mehr Informationen über die Forschungsschwerpunkte im Institut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mehr Zeit im Institut (2 Tage oder Projektwoche)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

oder _____

2. Fragebogen der Follow-up-Erhebung



INSTITUT FÜR DIE PÄDAGOGIK DER NATURWISSENSCHAFTEN
AN DER UNIVERSITÄT KIEL
Abteilung Biologiedidaktik
Ingrid Glowinski

Projekt

PRONAT – PRO NATURWISSENSCHAFTEN UND TECHNIK

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Sie haben vor einigen Wochen ein Schülerlabor besucht. Mit diesem Fragebogen möchten wir **Ihre jetzige Meinung** zu diesem Besuch kennen lernen.

Bitte gehen Sie bei der Bearbeitung des Fragebogens möglichst zügig vor und bearbeiten die Aussagen in der vorgegebenen Reihenfolge. Lassen Sie dabei bitte keine Aussage aus. Bei dem Fragebogen existieren keine richtigen oder falschen Antworten. Kreuzen Sie am besten diejenige Antwort an, die Ihnen als erste einfällt. Die übrigen Fragen beantworten Sie bitte durch Schreiben in die vorgesehenen Zeilen.

Ihre Antworten werden **völlig vertraulich** behandelt und **können Ihnen nicht zugeordnet werden**.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Damit allerdings die Angaben dieses und des vorherigen Fragebogens einander in Beziehung gesetzt werden können, ist es notwendig, eine Kennzeichnung der Fragebögen vorzunehmen. Dazu benötigen wir Angaben, die einerseits individuell sind, andererseits keine Rückschlüsse auf Ihre Person erlauben, um die Vertraulichkeit zu wahren.

Erstellen Sie Ihr Kennzeichen deshalb bitte auf folgende Weise:

- Tragen Sie in die vorderen 2 Kästchen die Initialen Ihres Vaters ein.
- Tragen Sie in die hinteren 4 Kästchen den Geburtstag (TTMM) Ihrer Mutter ein.

(Beispiel: Wenn Ihr Vater z.B. Max Mustermann hieße und Ihre Mutter am 7.12.1960 Geburtstag hätte, lautete Ihr Kennzeichen: MM – 0712.)

		-				
--	--	---	--	--	--	--

Alter:

Ich bin: männlich

weiblich

Fragen zum Unterricht

	gar nicht	kurz	ausführlich	sehr ausführlich
Wie ausführlich haben Sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht über die durchgeführten Experimente gesprochen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie ausführlich haben sie im Anschluss an den Besuch im Unterricht an dem Thema , mit dem sich die Experimente befasst haben, gearbeitet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie ausführlich haben sie im Anschluss an den Besuch im Schülerlabor im Unterricht über die Forschungseinrichtung, der das Schülerlabor angegliedert ist , gesprochen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Haben sie im Unterricht über berufliche Perspektiven in den Naturwissenschaften gesprochen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen auf Sie zutreffen

Zunächst allgemeine Fragen:

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
1. Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Naturwissenschaftliche Themen interessieren mich auch außerhalb der Schule.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich führe selbst gerne Experimente durch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragen zum Besuch des Labors

Würden Sie gerne das Schülerlabor ein weiteres Mal besuchen? **ja** **nein**

Warum? _____

Was hat Ihnen am Besuch des Schülerlabors am besten gefallen?

Was hat Ihnen am Besuch des Schülerlabors am wenigsten gefallen?

Was ist für Sie am Besuch des Schülerlabors aus heutiger Sicht wichtig?

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
... dass ich Experimente durchgeführt habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... dass ich durch das Experimentieren das Thema besser verstanden habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... dass ich Einblick in Anwendungsbezüge und aktuelle Forschungsfragen bekommen habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... dass ich die Möglichkeit hatte, mit professionellen Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... der persönliche Kontakt zu WissenschaftlerInnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Spaß zu haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... dass es ein netter Schulausflug war.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... dass ich Einblick in den Berufsalltag in einem Labor bekommen habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... dass ich die Möglichkeit hatte, ein Forschungsinstitut bzw. ein Universitätsinstitut von innen zu sehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bei ähnlicher Ausstattung hätte ich die Experimente genau so gerne in der Schule durchgeführt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Noch einige Fragen...

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Das Experimentieren half mir, die fachlichen Inhalte besser zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mir den Unterrichtsstoff besser merken, wenn ich auch Kenntnisse habe über Anwendungsbezüge.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich würde gerne auch im Unterricht mehr erfahren über aktuelle Forschungsthemen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe einen Eindruck vom Arbeitsalltag der Wissenschaftler/innen gewonnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Besuche von Schülerlaboren sind nicht mehr als ein netter Schulausflug	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Durchführen der Experimente vergrößerte mein Interesse am Thema.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Umgang mit Laborgeräten vertraut zu sein und damit experimentieren zu können ist mir wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Schwierigkeitsgrad der Experimente war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich war mir oft unsicher beim Durchführen der Experimente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen in den Experimenten umzusetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich würde ähnliche Experimente, wie wir sie im Schülerlabor durchgeführt haben, gerne noch einmal in der Schule durchführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Experimente dauerten oft zu lange.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fand es spannend, an richtigen Laborgeräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Über Forschungsschwerpunkte, die uns im Institut vorgestellt wurden, möchte ich mich gerne weiter informieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forschung kann über Medien genau so spannend dargestellt werden wie im persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich hatte Spaß daran, mit den Laborgeräten zu arbeiten und zu experimentieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fand es spannend, dass uns ein Wissenschaftler persönlich über seine Forschungsarbeit berichtet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fand es spannend, einmal außerhalb des Schulalltags zu lernen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich konnte zuwenig selbst bestimmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Ich kann mir vorstellen, auch einmal an einem solchen Institut zu arbeiten. warum? _____ _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich würde in den Ferien in diesem Institut gerne ein Praktikum machen warum? _____ _____ _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meine Einstellung zu dem naturwissenschaftlichen Schulfach (Bio, Physik, Chemie), innerhalb dessen ich das Schülerlabor besucht habe, hat sich durch den Besuch positiv verändert. Warum? _____ _____ _____ _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meine Einstellung zu den Naturwissenschaften allgemein hat sich durch den Besuch des Schülerlabors positiv verändert. Warum? _____ _____ _____ _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte gebe dem Schülerlabor eine Gesamtnote (zwischen 1 und 6)

Was haben Sie im Schülerlabor gelernt?

Für einen weiteren Besuch würde ich mir wünschen:

	ja	nein
... die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln bzw. zu variieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... intensivere inhaltliche Vorbereitung des Besuchs im Schülerlabor durch unsere Lehrer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... mehr Informationen über die Forschungsschwerpunkte im Institut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Der Besuch im Schülerlabor hat mein
Interesse bzw.
Wissen

an folgenden Fragen gesteigert:

1	gar nicht
2	wenig
3	ziemlich
4	völlig

bitte entsprechende Ziffer eintragen:

	Interesse	Wissen
Wie man Erbkrankheiten mit Hilfe gentechnischer Methoden feststellen bzw. heilen kann...		
Wie Wissenschaftler die Entwicklung der Gentechnologie sehen...		
Wie eine Gelelektrophorese funktioniert...		
Welche ethischen Probleme im Zusammenhang mit Gentechnologie entstehen können...		
Wie eine PCR funktioniert...		
In welchen Bereichen PCR angewendet wird ...		
Wie ein genetischer Fingerabdruck funktioniert...		
Wie genau man in einem Gentechnik-Labor arbeiten muss...		
Welche Forschungsthemen im Bereich Gentechnologie aktuell sind...		
wie die molekularebiologischen Abläufe von PCR oder Restriktionsverdau sind...		
Wie ein Restriktionsenzym aufgebaut ist...		
Wie man Verwandtschaftsverhältnisse von Arten mit Hilfe der PCR analysieren kann...		
Wie man mit Hilfe der Gentechnologie pharmazeutische Produkte herstellen kann...		
Was genau eine Polymerase macht...		
Wie man in einem Labor arbeitet...		
Wie Wissenschaftler arbeiten...		
Welche weiteren gentechnischen Verfahren es gibt...		
Wie man DNA verändern kann...		
an molekulargenetischen Grundlagenkenntnissen...		

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!!!!!!

Ingrid Glowinski

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Dissertation abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer, Prof. Dr. H. Bayrhuber, nach Inhalt und Form mein eigenes Werk ist. Bei ihrer Anfertigung habe ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Ferner erkläre ich, dass ich zuvor noch keinen Promotionsversuch unternommen habe und dass insbesondere diese Arbeit weder vollständig noch in Teilen an anderer Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegt, veröffentlicht oder zur Veröffentlichung eingereicht worden ist.

Kiel, 29. Mai 2007

INGRID GLOWINSKI

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Geburtsdatum: 12.07.1960
 Geburtsort: Daun
 Staatsangehörigkeit: deutsch
 Familienstand: verheiratet, drei Kinder
 Geburtsname: Hein

DERZEITIGE TÄTIGKEIT

seit Januar 2003 Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Biologie-
 didaktik am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Natur-
 wissenschaften (IPN) in Kiel.

TÄTIGKEITEN

1996 – 2000 Freiberufliche Tätigkeit in der Multimedia-Programmierung

während der
 Familienphase:
 1992 – 1995 Freiberufliche Tätigkeit und Fortbildungen im Bereich
 Umweltpädagogik

WEITERBILDUNG

05/2001-05/2002 Web-business und content-management

HOCHSCHULAUSSCHULUNG

11/1986 **Diplom** in Biologie (Note 1,6)
 1982 – 1986 Studium der Biologie im Hauptstudium an der Universität
 Kiel (Zoologie, Limnologie, Organische Chemie)

1979 – 1982 Studium der Biologie im Grundstudium an der Universität
 Hohenheim

SCHULBILDUNG

1979 Abitur (Note 1,9)
 1970 – 1979 Staatl. Geschwister-Scholl-Gymnasium Daun
 1966 – 1970 Grundschule Daun