
Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe

Christoph Pawek

Kiel 2009

Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe

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

vorgelegt von
Christoph Pawek

Kiel, den 12.05.2009

ERKLÄRUNG:

Hiermit erkläre ich,

- dass die Abhandlung - abgesehen von der Beratung durch die Betreuer - nach Inhalt und Form die eigene Arbeit ist,
- dass die Arbeit weder ganz noch zum Teil schon einer anderen Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegen hat, veröffentlicht worden ist oder zur Veröffentlichung eingereicht wurde,
- dass die Arbeit unter Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis entstanden ist.

Kiel, den 12.05.2009

Christoph Pawek

Referent: Prof. Dr. M. Euler

Korreferent: Prof. Dr. S. Mikelskis-Seifert

Tag der mündlichen Prüfung: 06.07.2009

Zum Druck genehmigt: Kiel, den 06.07.2009

Der Dekan

KURZZUSAMMENFASSUNG

Aus Sorge um den Nachwuchs, den allgemeinen Bildungsgrad und wegen der großen Bedeutung der naturwissenschaftlich-technischen Bildung für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft haben sich seit den 1990er Jahren Schülerlabore als eine neue Form außerschulischer Lernorte im deutschen Bildungssystem etabliert. Die über 200 Einrichtungen ermöglichen den Jugendlichen selbsttätig zu experimentieren, um vor allem deren Interesse an den Naturwissenschaften zu fördern. Die Fragen, inwieweit das Ziel erreicht wird und welche Faktoren maßgeblich daran beteiligt sind, stehen im Zentrum der Untersuchung, die auf einer vorangegangenen Pilotstudie aufbaut.

Die Arbeit basiert auf der Interessentheorie der 'Münchener Gruppe'. Sie definiert das Interesse als eine besondere Relation zwischen einer Person und einem Interessengegenstand. Zur Förderung der z.B. für die Leistungen oder das Kurswahlverhalten der Jugendlichen bedeutsamen individuellen bzw. dispositionalen Interessen sind situationsgebundene aktuelle Interessen erforderlich, die vom dispositionalen Interesse der Person und den äußeren Gegebenheiten abhängen. Zusätzlich besteht eine indirekte Förderungsmöglichkeit durch die Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts.

Die Datenerhebung erfolgte mit Fragebögen im pre/post/follow-up-Design an den physikalisch ausgerichteten, besonders aufwendig ausgestatteten und renommierten DLR_School_Labs in Berlin-Adlershof, Göttingen, Köln-Porz und Oberpfaffenhofen. Ausgewertet wurden die Angaben von 734 Jugendlichen ab der 9. Klasse bis zu naturwissenschaftlichen Grund-/Leistungskursen der Oberstufe.

Den Ergebnissen zufolge erfreuen sich die Labore nicht nur einer großen Beliebtheit. Bei vielen Jugendlichen erzeugen sie ein großes aktuelles Interesse und steigern das Fähigkeitsselbstkonzept. Als relevante Faktoren werden von den Rahmenbedingungen in den Laboren insbesondere die Verständlichkeit, die Betreuung und Atmosphäre sowie die Authentizität und von den Dispositionen der Jugendlichen die Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren identifiziert.

Zwischen den Schulstufen und den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe bestehen ungeachtet unterschiedlich ausgeprägter Dispositionen nur einige meist geringe Abweichungen bei Interessenförderung durch die Schülerlabore. Dies gilt auch für die eher allgemein und die stärker naturwissenschaftlich interessierten Jugendlichen, wie ein Vergleich von drei anhand ihrer Dispositionen mit einer Latenten-Klassen-Analyse gebildeten Personengruppen belegt. Die dritte und kleinste Gruppe von Jugendlichen mit allgemein niedrigeren Dispositionen profitiert ebenfalls, aber in einem geringeren Ausmaß. Ferner fördern die vier DLR_School_Lab-Standorte die Interessen ähnlich gut, obgleich deutliche Unterschiede bei den Rahmenbedingungen existieren.

Zusätzlich wird erstmals ein theoriebasiertes Gesamtmodell über alle relevanten Faktoren und Einflüsse anhand eines Strukturgleichungsmodells empirisch bestätigt. Die Analysen belegen u.a., dass die Labore sogar die nur langsam veränderlichen dispositionalen Interessen der Jugendlichen positiv beeinflussen können.

Zusammengefasst fördern die Schülerlabore auf verschiedenen Ebenen und Wegen erfolgreich die Interessen der Jugendlichen, zumal alle Wirkungen auch Wochen nach dem Besuch noch nachweisbar sind. Demnach leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Nachwuchsförderung und Zukunftssicherung unserer Gesellschaft. Diese neuen Erkenntnisse gehen z.T. deutlich über die Befunde älterer Studien hinaus.

ABSTRACT

Due to the concerns about new generations of scientists and the level of education in general and because of the special significance of the scientific and technological education for the future viability of our society, learning laboratories have been established since the 1990s in the German education system as a new form of out-of-school learning facilities. There are more than 200 facilities that allow adolescents to carry out their own experiments, above all to promote their interest in natural sciences. This thesis, which is based on an earlier pilot study, focuses on the questions to what extent this goal is reached and which factors make a major contribution to this.

The thesis is based on the person-object-theory of interest of the Munich Group. It defines interest as a special relation between a person and an object of interest. Promoting individual and dispositional interests requires situational current interests, which depend on the dispositional interest of the person as well as external circumstances. In addition, the interest can be promoted indirectly by improving the self-concept of abilities.

The data were collected at the physics-oriented, particularly extensively equipped and prestigious DLR_School_Labs in Berlin-Adlershof, Cologne-Porz, Göttingen and Oberpfaffenhofen using questionnaires in pre/post/follow-up design. The evaluation included details from 734 adolescents from form 9/10 (part of German "Mittelstufe") to basic and advanced science classes in form 11 to 13 (German "Oberstufe").

The results show that the laboratories are not only very popular. For many adolescents they also create great situational interest and improve their self-concept of abilities. The relevant factors that can be identified among the general conditions in the laboratories are in particular comprehensibility, supervision and atmosphere as well as authenticity; among the dispositions of the adolescents the interest in natural sciences subjects and in experimenting are most relevant.

Despite the fact that the dispositions are developed to varying degrees, there are only few, mostly minor differences with regard to the interests promoted by the learning laboratories between the forms 9/10 on the one hand and 11 to 13 on the other and between the sexes within form 9 and 10. A comparison between three groups formed on the basis of their dispositions using the latent class analysis proves that the same applies to those adolescents with a rather wide range of interests and those more interested in natural sciences. The third and smallest group, those with generally lower dispositions, also profits from the laboratories, however to a lower extent. Furthermore, the four DLR_School_Lab locations promote the interests to a similar extent, even though their general conditions differ clearly.

In addition, the thesis for the first time empirically confirms a theory-based global model of all relevant factors and influences using a structural equation model. Among other things the analyses prove that the laboratories can even have a positive influence on the only slowly changeable dispositional interests of adolescents.

In sum, the learning laboratories successfully promote the interests of adolescents on different levels and in various ways, particularly since all effects are still verifiable even weeks after attending the laboratories. Therefore, they make an important contribution to promoting young talents and safeguarding the future of our society. These new findings partly go far beyond the results of earlier studies.

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	1
1 SCHÜLERLABORE AUS THEORETISCHER SICHT	7
1.1 Die Bedeutung von Experimenten aus naturwissenschaftlicher Sicht . . .	7
1.2 Die Bedeutung von Experimenten aus fachdidaktischer Sicht	12
1.3 Der Konstruktivismus und das eigenständige Experimentieren	17
1.4 Die bedeutsamen Aspekte beim eigenständigen Experimentieren	21
1.5 Das eigenständige Experimentieren aus neuropsychologischer Sicht . .	26
2 INTERESSE & FÄHIGKEITSELBSTKONZEPT	31
2.1 Das Interesse aus Sicht der pädagogischen Psychologie	31
2.1.1 Definition des Interesses	31
2.1.2 Merkmale des Interesses	32
2.1.3 Arten des Interesses	33
2.1.4 Entstehung und Entwicklung von Interessen	35
2.1.5 „Basic needs“ bei der Interessenentwicklung	36
2.1.6 Ontogenetische Entwicklung von Interessen	38
2.1.7 Bedeutung des Interesses für die Schule	39
2.1.8 Interesse und Schülerlabore	41
2.2 Das Fähigkeitsselbstkonzept aus Sicht der pädagogischen Psychologie	43
2.2.1 Definition des (Fähigkeits-)Selbstkonzepts	43
2.2.2 Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten	45
2.2.3 Ontogenetische Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten . .	47
2.2.4 Bedeutung des Fähigkeitsselbstkonzepts für die Schule	47
2.2.5 Fähigkeitsselbstkonzept und Schülerlabore	49
3 SCHÜLERLABORE AUS EMPIRISCHER SICHT - VERÖFFENTLICHTE STUDIEN	51
3.1 Engeln über Interesse und interessefördernde Faktoren	51
3.2 Scharfenberg über Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse	55
3.3 Brandt über Motivation	57
3.4 Guderian über Interesse und Unterrichtseinbindung	58
3.5 Glowinski über Interesse, Wissenserwerb und Unterrichtseinbindung . .	60
3.6 Zusammenfassung der empirischen Befunde	62

4	BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNG	64
4.1	Zentrale Fragestellung, Hypothesen und Forschungsfragen	64
4.1.1	Interessenförderung durch Schülerlabore	65
4.1.2	Bedeutsame Faktoren für die Interessenförderung	67
4.1.3	Teilgruppenvergleiche	69
4.1.4	Weitergehende Analysen	71
4.1.5	Weitere Aspekte	73
4.2	Untersuchungsmethode	73
4.3	Beschreibung der erhobenen Skalen	75
5	BESCHREIBUNG DER STICHPROBE	80
5.1	Die untersuchten Schülerlabore	80
5.1.1	Ziele und Konzept der DLR_School_Labs	80
5.1.2	Vorstellung der untersuchten DLR_School_Labs	81
5.2	Die befragten Schüler	88
5.2.1	Zusammensetzung der Stichprobe	88
5.2.2	Bestimmung und Beschreibung der Interessengruppen	89
6	UNTERSUCHUNG DER HYPOTHESEN UND FORSCHUNGSFRAGEN	93
6.1	Einführender Überblick über die Variablen	93
6.2	Untersuchungen zur Interessenförderung	95
6.3	Untersuchungen über die beteiligten Faktoren	100
6.4	Teilgruppenuntersuchungen	105
6.4.1	Vergleich der Mittel- und Oberstufe	105
6.4.2	Vergleich der Geschlechter innerhalb der Mittelstufe	111
6.4.3	Vergleich der Interessengruppen	118
6.4.4	Vergleich der Schülerlabore	126
6.5	Vergleich der neuen Ergebnisse mit den älteren Befunden	134
7	WEITERGEHENDE ANALYSEN	141
7.1	Untersuchung der Einflüsse durch multiple lineare Regressionen	141
7.2	Untersuchung der Einflüsse durch ein Strukturgleichungsmodell	148
8	WEITERE ERGEBNISSE	154
8.1	Untersuchungen mit Bezug zu den Schülerlaboren	154
8.1.1	Bewertung der Schülerlabore durch geschlossene Fragen	154
8.1.2	Bewertung der Schülerlabore durch offene Fragen	159
8.1.3	Weitere Einflüsse der Schülerlabore	166
8.2	Untersuchungen mit Bezug zum Schulunterricht	170
8.2.1	Un-/beliebtheit naturwissenschaftlicher Schulfächer	170
8.2.2	Einbindung der Schülerlaborveranstaltung in den Unterricht	172

9	ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION UND AUSBLICK	178
9.1	Zusammenfassung und Diskussion	178
9.2	Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen	185
9.3	Ausblick	187

ANHANG

A	Beschreibung der angewandten statistischen Testverfahren	191
A.1	Faktorenanalyse	191
A.2	Reliabilitätsanalyse	191
A.3	Latente-Klassen-Analyse	191
A.4	Chi-Quadrat-Test	192
A.5	T-Test für (un-)abhängige Stichproben	192
A.6	Effektstärke d	192
A.7	Korrelationskoeffizient ρ	192
A.8	Multiple lineare Regression	193
A.9	Ein-/mehrfaktorielle uni-/multivariate Varianzanalyse	193
A.10	Strukturgleichungsmodelle	193
A.11	Totaler Effekt	194
B	Skalendokumentation	195
B.1	Skalen der dispositionsbezogenen Variablen	195
B.2	Skalen der wahrgenommenen Laborvariablen	197
B.3	Skalen der Komponenten des aktuellen Interesses	200
B.4	Skalen der intendierten / manifestierten Handlungen aus Interesse	201
C	Zusätzliche Ergebnisdokumentation	202
C.1	Beschreibung der Schüler-Stichprobe	202
C.2	Zu Kap. 6: Untersuchung der Hypothesen und Forschungsfragen	203
C.3	Zu Kap. 7: Weitergehende Analysen	208
C.4	Zu Kap. 8: Weitere Ergebnisse	209
D	Fragebögen, Begleitschreiben und Evaluations-Manual	219
D.1	Fragebogen T1 (vor der Veranstaltung)	220
D.2	Fragebogen T2 (nach der Veranstaltung)	224
D.3	Fragebogen T3 (sechs bis acht Wochen später)	231
D.4	Begleitschreiben an die Lehrer für die 3. Befragung	237
D.5	Evaluations-Manual	238
	Abbildungsverzeichnis	243
	Tabellenverzeichnis	245
	Literaturverzeichnis	247
	Abspann	261

EINLEITUNG

Die Bildung der Bevölkerung gilt zunehmend als einer der wertvollsten und wichtigsten Rohstoffe Deutschlands. Allerdings befindet sich der naturwissenschaftliche Unterricht in einer Krise, die mit den ernüchternden Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA 2000/2003 in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gelangt ist. Es zeigte sich, dass die Schüler¹ bei der naturwissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy²) nur untere bis mittlere Ränge bei den Ländervergleichen belegten. Zugleich aber steigt aufgrund des zunehmenden wissenschaftlichen und technischen Fortschritts die gesellschaftliche Bedeutung der Naturwissenschaften. Der absehbare Nachwuchsmangel für naturwissenschaftliche und technische Berufe sowie eine abnehmende Fähigkeit und Bereitschaft der mündigen Bürger, sich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen und an öffentlichen Diskussionsprozessen teilzunehmen, gefährden den zukünftigen Wohlstand unserer Gesellschaft.

Aus Sorge um den Nachwuchs und die Akzeptanz der Naturwissenschaften bei den Jugendlichen sind in der Folge von TIMSS und PISA verstärkt innerschulische Programme zur Verbesserung der Unterrichtsqualität sowie außerschulische Bildungsangebote entstanden, die anscheinend fruchtbar waren. Nach der neusten PISA-Studie 2006 liegen die 15jährigen Schüler in Deutschland erstmals bei der naturwissenschaftlichen Grundbildung signifikant über dem Durchschnitt der 30 OECD-Länder auf Rang acht (Prenzel et al., 2007). Die Verbesserung im Vergleich zu der Erhebung im Jahr 2003 ist auf einen substanziellen Kompetenzzuwachs zurückzuführen. Dieser Befund ist erfreulich, aber keineswegs ein Grund zur Entwarnung. Eine genauere Analyse belegt, dass selbst 43% der Schüler aus dem oberen Viertel des Kompetenzspektrums bestenfalls geringfügig an der Naturwissenschaft interessiert sind. Bezüglich der als hart geltenden Einzeldisziplinen zeigen andere Untersuchungen noch negativere Ergebnisse. Insbesondere die Physik hat unter den Schülern ein schlechtes Image. Sie gilt als langweilig, schwierig und unattraktiv. Demzufolge sind weiterhin große Anstrengungen erforderlich, um die Aufgeschlossenheit und Interessiertheit der Jugendlichen an den Naturwissenschaften zu fördern.

-
- 1 In der vorliegenden Arbeit werden Personenbezeichnungen wie 'Schüler' als Oberbegriffe für beide Geschlechter verwendet. Der Verzicht auf die gemeinsame Nennung der weiblichen und der männlichen Form soll ausschließlich der besseren Lesbarkeit dienen.
 - 2 Scientific literacy wird vom PISA-Konsortium definiert als „Fähigkeit ► naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu erkennen, sich neues Wissen anzueignen, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, ► die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen, ► zu erkennen und sich darüber bewusst zu sein, wie Naturwissenschaften und Technik unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umwelt formen, sowie die Bereitschaft, ► sich mit naturwissenschaftlichen Ideen und Themen zu beschäftigen und sich reflektierend mit ihnen auseinander zu setzen“ (Prenzel et al., 2007, S. 65).



Abb. 0.1: Schülerlabore in Deutschland. Weitergehende Informationen über die Einrichtungen sind in der Internetdatenbank von Lernort Labor aufgeführt (LeLa, 2009).

Zu den oftmals als Reaktion auf die ersten TIMSS- und PISA-Ergebnisse entstandenen außerschulischen Bildungsangeboten gehören sogenannte Schülerlabore. Dabei handelt es sich um vornehmlich an Forschungs- und Universitätsinstituten, Museen, Science Center oder Unternehmen angesiedelte Einrichtungen im naturwissenschaftlichen, technischen oder mathematischen Bereich. Sie bieten regelmäßig Schülern im Klassen- oder Kursverband bei mehrstündigen bis mehrtägigen Veranstaltung im Rahmen aktivierender Lernformen die Gelegenheit zu einer selbstständigen Auseinandersetzung mit authentischen Forschungsfragen und Arbeitsweisen. Die Bandbreite der durch ein hohes Maß an Engagement, Ideenreichtum und Originalität gekennzeichneten Schülerlabore ist groß. Sie unterscheiden sich unter anderem in den konzeptionellen Ansätzen, der personellen wie materiellen Ausstattung, der thematischen Ausrichtung und den Zielgruppen. Insgesamt betrachtet werden alle Schuljahrgänge und -formen mit einem breiten Spektrum von Angeboten abgedeckt. Nach Angaben der Internetdatenbank der bundesweiten Netzwerkorganisation 'Lernort Labor' existieren gegenwärtig über 200 Schülerlabore, wovon annähernd 40% im Bereich der Physik tätig sind (LeLa, 2009, einen Überblick vermittelt die Abb. 0.1). Mit einer geschätzten jährlichen Besucherzahl von 300.000 Schülern hat sich eine vielfältige Schülerlabor-Szene im deutschen Bildungssystem etabliert.

Ein charakterisierendes Merkmal von Schülerlaboren unabhängig von ihren Eigenarten ist, dass sie den Schülern in einer anregenden wissenschaftlichen Laborumgebung ermöglichen, in betreuten Kleingruppen über eine längere Zeit und unabhängig vom schulischen 45-Minuten-Rhythmus selbsttätig zu experimentieren. Zudem bieten die Einrichtungen Rahmenbedingungen, die in der Schule nur schwer zu realisieren sind. Die zu bearbeitenden Themenfelder und Experimente stehen in der Regel in einem direkten Bezug zu den Forschungsgebieten der betreibenden Institution. Auch die von den Schülern verwendeten Experimentieraufbauten und -geräte kommen oftmals aus der Wissenschaft. Diese interessanten thematischen und methodischen Kontexte sollen die Lernenden herausfordern, selbst aktiv zu werden und sich mit Aspekten der modernen Forschung intensiv auseinander zu setzen. So können die Schülerlabore ihren Besuchern einen authentischen Einblick in die Aufgaben, Arbeitsweisen und Leistungen der betreffenden Wissenschaft vermitteln.

Mit ihren Bemühungen ziehen die Schülerlaborinitiatoren die Konsequenz aus den mangelnden Interessen und der unzureichenden Grundbildung der Schüler (s.o.), wobei die Anstrengungen auf den ersten Blick nicht nur sinnvoll sondern auch erfolgreich sind. Zumindest erfreuen sich die Schülerlabore nach dem unmittelbaren Eindruck aller Beteiligten einer großen Beliebtheit und in der Regel sind die Veranstaltungen schon zu Beginn eines Schuljahres ausgebucht. Aber die Einrichtungen können und wollen die Schule ausdrücklich nicht ersetzen. Die Betreiber beabsichtigen vielmehr eine bereichernde Ergänzung und Abwechslung zum regulären Schulunterricht anzubieten. Dabei verfolgen sie, obgleich zum Teil unterschiedliche disziplinspezifische Beweggründe bestehen, größtenteils ähnliche übergeordnete Ziele. Sie sind entsprechend ihrer naturwissenschaftlichen, technischen oder mathematischen Ausrichtung bestrebt, bei den Kindern und Jugendlichen insbesondere (in Anlehnung an Engeln & Euler, 2004; Engeln, 2005; Euler, 2005, im Druck):

- das Interesse und die Aufgeschlossenheit an der Wissenschaft zu fördern,
- ein zeitgemäßes Bild von der Wissenschaften und ihrer Bedeutungen für unsere Gesellschaft zu vermitteln,
- einen Einblick in die wissenschaftlichen Tätigkeitsfelder und Berufsbilder zu ermöglichen, sowie
- den Dialog und die Auseinandersetzung mit aktuellen, teilweise kontrovers diskutierten wissenschaftlichen Themen anzuschließen.

Die Interessen der Schüler sind aus schulischer und aus gesellschaftlicher Perspektive relevant. Zudem ist die Interessenförderung ein zentrales und mit einem großen finanziellen Aufwand verbundenes Anliegen der Schülerlabore. Die für alle Bereiche und daher auch für die vorliegende Studie entscheidende Frage ist, ob und unter welchen Bedingungen die Schülerlabore tatsächlich das Potential haben, das Interesse der Schüler an der behandelten Wissenschaft zu fördern. Die folgende Untersuchung versucht einen Einblick in die Bedeutung der Schülerlabore zu vermitteln und liefert Hinweise auf deren Wirksamkeit sowie die Wirkungsmechanismen, wobei die Unabhängigkeit der zentralen Fragestellung von fachlichen Inhalten und die Beschränkung auf den affektiven Bereich eine Übertragbarkeit der Untersuchung auf andere Schülerlabore und eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse gestattet. Insofern

ermöglicht die Untersuchung eine qualitätssteigernde Weiterentwicklung der außerschulischen Lernorte. Darüber hinaus kann sie auch Impulse für die schulbezogene Lehr-Lern-Forschung geben.

Die Schülerlabore wollen das Interesse der Schüler an der Wissenschaft positiv beeinflussen, indem sie ihnen als Schwerpunkt der Veranstaltungen ermöglichen, selbsttätig zu experimentieren. Dem liegt die Vorstellung zugrunde, dass Experimentieren in doppelter Hinsicht bedeutsam ist. Bei wissenschaftlichen Erkenntnisprozessen hat es eine methodische Schlüsselfunktion und bei Lehr-Lern-Prozessen wird es als zentral angesehen, um unter anderem das Verständnis und das Interesse der Lernenden zu fördern. Allerdings wird in der fachdidaktischen Forschung die Rolle des Experimentierens im Unterricht zunehmend kritischer bewertet. Zumindest hat das Lehren und Lernen im Labor nicht zwangsläufig die erhofften kognitiven und affektiven Wirkungen. Entscheidend ist der Rahmen, in dem das Experimentieren eingebunden ist, wobei der grundlegende Ansatz der Schülerlabore schon viele Kriterien zu erfüllen scheint, die aus lerntheoretischer und pädagogisch-psychologischer Perspektive als relevant angesehen werden. Des Weiteren ist die wechselseitige Beziehung zwischen den individuellen Voraussetzungen der Schüler (Aptitude) und einer nichtindividualisierten Lehrmethode (Treatment) nicht zu vernachlässigen, wie neben der Aptitude-Treatment-Interaction-Forschung auch die für die vorliegende Untersuchung besonders relevante Interessenforschung zeigt. Folglich sind bei der Untersuchung der Interessenförderung durch das selbsttätige Experimentieren in Schülerlaboren sowohl Schülerlabor- als auch Schülermerkmale zu berücksichtigen.

Wegen der relativ gut kontrollierten, dennoch authentischen und realitätsnahen Lehr-Lern-Situationen sind Schülerlabore ein nahezu ideales Forschungsfeld, um Bedingungen für das Lernen zu untersuchen. Diesbezüglich wurden in den letzten Jahren fünf eingehendere Studien veröffentlicht, von denen vier erst nach der Planung und Durchführung der vorliegenden Untersuchung erschienen sind und aus diesem Grund nur nachträglich berücksichtigt werden konnten. Nach der Pilotstudie von Katrin Engeln (2004), auf der diese Arbeit aufbaut, haben die fünf von ihr untersuchten physikalischen Schülerlaborangebote das Potential, das Interesse der 265 befragten Schüler aus den Klassen 9 und 10 zu fördern, indem sie nachhaltig ein sogenanntes aktuelles Interesse wecken. Als maßgeblich beteiligte Faktoren identifizierte Engeln auf der Seite der Schülerlabore die Herausforderung der Schüler beim Experimentieren, die Authentizität der Veranstaltung und die Verständlichkeit der gegebenen Aufgaben und Anleitungen. Auf der Seite der Schüler erwiesen sich deren persönliche Interessen an den Naturwissenschaften und am Physikunterricht als relevant. Von vergleichsweise untergeordneter Bedeutung waren die Offenheit und die Zusammenarbeit beim Experimentieren und das Selbstkonzept der Schüler über die eigenen Fähigkeiten im Bereich der Naturwissenschaften. Gleichwohl sind nicht nur bei der Studie von Engeln zahlreiche Fragen offen geblieben. Beispielsweise konnten die erhobenen Faktoren das aktuelle Interesse der Schüler nur zum Teil erklären.

Eine wesentliche Aufgabe dieser Untersuchung besteht in der erweiterten und vertiefenden Replikation der Studie von Engeln. Neben der allgemeinen Überprüfung ihrer Ergebnisse sollen weitere an der Entstehung des aktuellen Interesses beteiligte Faktoren identifiziert und eingehender untersucht werden. Hinsichtlich der Schüler-

labore werden zusätzlich die Alltagsbezüge der behandelten Inhalte, die Betreuung und Atmosphäre der Veranstaltungen sowie die aktive Beteiligung der Schüler beim Experimentieren berücksichtigt. Bezüglich der Schüler erfolgt insbesondere eine Aufteilung des von Engeln erhobenen persönlichen Interesses in die Bereiche Naturwissenschaft und Experimentieren. Darüber hinaus gilt es weitere mögliche Wirkungen der Schülerlabore auf die persönlichen Interessen der Schüler und das eng damit verbundene Selbstkonzept über die eigenen Fähigkeiten zu überprüfen. Da nicht davon auszugehen ist, dass die verschiedenen Labore auf unterschiedliche Schüler identisch einwirken, erfolgt zusätzlich eine Ausweitung der Stichprobe auf Schüler aus naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen der Oberstufe. Das ermöglicht neben den ebenfalls von Engeln durchgeführten Geschlechter- und Laborvergleichen auch die Gegenüberstellung der Schulstufen und von Schülergruppen, die anhand ihrer unterschiedlichen Interessenprofile gebildet werden. Diese derart erweiterte und vertiefte Replikation ist im Wesentlichen auf die Untersuchung von zeitlichen Entwicklungen, Zusammenhängen und Teilgruppenunterschieden beschränkt. Darüber hinaus soll aufgrund theoretischer Überlegungen ein Gesamtmodell über die Interessenförderung in Schülerlaboren aufgestellt und empirisch überprüft werden, das alle wesentlichen Variablen und die untereinander angenommenen Einflüsse enthält.

Die in Form einer Feld- beziehungsweise Evaluationsstudie durchgeführte Untersuchung wurde im Hinblick auf die besondere Unbeliebtheit des Fachs bei den Schülern (s.o.) und die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen von Engeln auf Schülerlabore aus dem Bereich Physik eingegrenzt. Es handelt sich um die DLR_School_Labs in Berlin-Adlershof, Göttingen, Köln-Porz und Oberpfaffenhofen. Sie sind seit längerem etabliert und als erfolgreich anerkannt sowie untereinander konzeptionell und thematisch ähnlich, wodurch die Einflüsse eventueller Störvariablen reduziert werden. Die Datenerhebung erfolgte mit Fragebögen im pre/post/follow-up-Design. Ausgewertet wurden die Angaben von 734 Schülern der Schuljahrgänge 9 bis 13.

Die Arbeit beginnt mit einem Kapitel über die Schülerlabore aus theoretischer Perspektive. Hier werden unter anderem die Rolle des Experiments und des (selbsttätigen) Experimentierens in wissenschaftlichen und schulischen Erkenntnisprozessen sowie die aus lerntheoretischer Sicht als bedeutsam erachteten Rahmenbedingungen erörtert. Das zweite Kapitel ist dem Interesse und dem Fähigkeitsselbstkonzept aus pädagogisch-psychologischer Perspektive gewidmet. In beiden Fällen werden die theoretischen Konstrukte und deren Relevanz für die Schule und die Schülerlabore diskutiert. Eine Vorstellung der fünf bisher durchgeführten Untersuchungen über Schülerlabore, allen voran der Pilotstudie von Engeln, erfolgt im dritten Kapitel. Auch die jüngeren Ergebnisse werden bei der Aufstellung der Hypothesen und Forschungsfragen sowie des zu überprüfenden Gesamtmodells im vierten Kapitel berücksichtigt. In weiteren Unterkapiteln folgen die genaueren Beschreibungen der Untersuchungsmethode und der erhobenen Skalen. Das fünfte Kapitel befasst sich detailliert mit den untersuchten Schülerlaboren, der Schülerstichprobe und der Bestimmung der Schülergruppen anhand der individuellen Interessenprofile. Mit dem sechsten Kapitel beginnt der Ergebnisteil. Zunächst werden die Analysen im Zusammenhang mit der erweiterten und vertieften Replikation inklusive der Teilgruppenvergleiche durchge-

führt. Abschließend werden die vergleichbaren neuen Resultate in den Kontext der empirischen Befunde aus den älteren Studien eingeordnet. Im siebten Kapitel findet die Überprüfung des Gesamtmodells über die Interessenförderung im Detail und als Ganzes statt. Weiterführende Ergebnisse, die unter anderem eine genauere Einordnung der anderen Befunde ermöglichen, werden im Kapitel acht präsentiert. In allen drei Kapiteln befindet sich nach jedem Abschnitt eine Kurzzusammenfassung und Interpretation der zentralen Ergebnisse. Eine abschließende Zusammenfassung der Untersuchung und Diskussion der didaktischen Konklusionen, die sich aus den Ergebnissen ergeben, erfolgt im Kapitel neun. Ferner ist noch auf die kurzen Beschreibungen der bei der Auswertung verwendeten statistischen Analysemethoden im Anhang A zu verweisen.

1 SCHÜLERLABORE AUS THEORETISCHER SICHT

Die Schülerlabore haben das hochgesteckte Ziel das Interesse der Schüler bezüglich der behandelten Naturwissenschaft zu fördern, indem sie als Schwerpunkt ihrer Veranstaltungen den Besuchern ermöglichen zu experimentieren. Folglich sind die Aspekte Interessensförderung, die im nächsten Kapitel behandelt wird, und Experimentieren von zentraler Bedeutung für die vorliegende Arbeit. In der Naturwissenschaft und im naturwissenschaftlichen Unterricht wird dem Experiment(ieren) eine besondere Bedeutung beigemessen. Beide Bereiche sind auf Experimente angewiesen, um neues Wissen zu erzeugen oder bestehendes zu überprüfen. Sie sind zu zentralen Bestandteilen der in der Wissenschaft und in der Schule ablaufenden Erkenntnisprozesse geworden. Allerdings erfüllen sie trotz bestehender Parallelen unterschiedliche Aufgaben. Daher ist in diesem Kapitel aus theoretischer Sicht zu untersuchen, wie in beiden Bereichen durch Experimente erfolgreich Erkenntnisse gewonnen werden können. Der erste Abschnitt beschäftigt sich damit aus der naturwissenschaftlichen und der zweite aus der fachdidaktischen Perspektive. Die nachfolgenden zwei Abschnitte befassen sich mit den erkenntnistheoretischen Vorstellungen über die Wissenskonstruktion im schulischen Bereich und den sich daraus ergebenden Konsequenzen für ein kognitiv und affektiv wirksames Experimentieren. Abschließend erfolgt ein weiterführender Einblick über das Lernen durch Experimentieren aus Sicht der in diesem Bereich noch in ihren Anfängen stehenden Kognitionspsychologie.

1.1 Die Bedeutung von Experimenten aus naturwissenschaftlicher Sicht

Die Funktion und Relevanz von Experimenten für wissenschaftlich Erkenntnisprozesse hat im Laufe der Geschichte mehrfach grundlegende Wandlungen erfahren (Simonyi, 1990). Freilich wurden bereits bei den antiken Griechen einzelne Phänomene wie beispielsweise das Hebelgesetz experimentell untersucht. Bei den meisten Gelehrten aber herrschte damals die Ansicht vor, dass der menschliche Verstand fähig ist, die grundlegenden Naturgesetze allein durch Nachdenken erkennen und mit diesen Gesetzen dann die Naturphänomene erklären zu können. Die Methode, aus logikbasierten Überlegungen neue Erkenntnisse zu gewinnen, blieb Jahrhunderte lang vorherrschend. Erst ab den Zeiten Galileis im 17. Jahrhundert wurde dem Experiment eine größere Bedeutung in der Wissenschaft beigemessen. Damals begann sich der Ansatz durchzusetzen, reale Probleme durch Abstraktion und Idealisierung so zu vereinfachen, dass sie mit experimentellen und mathematischen Mitteln untersucht werden können. Es entwickelte sich das bis heute andauernde fruchtbare Zusammenspiel zwischen Experiment und Theorie.

Über drei Jahrhunderte nach Galilei beschreibt das Wörterbuch Physik das Experiment als

„[...] eine Untersuchung, die meist mit Hilfe technischer Mittel durchgeführt wird, mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu erhalten oder die aus einer Theorie abgeleiteten Folgerungen zu bestätigen oder zu widerlegen. Das Ergebnis eines Experiments muss im allgemeinen wiederholbar sein und durch andere Experimente bestätigt werden.“ (Waloschek, 1998, S. 140)

Das Spektrum reicht von einfachen, mit einem geringen Aufwand in einem Labor durchführbaren Experimenten bis hin zu Experimenten wie beispielsweise aus der Teilchenphysik, die riesige Versuchsaufbauten erfordern und mit einem hohen technischen, personellen sowie finanziellen Aufwand verbunden sind.

Die Frage, wie mit Hilfe von Experimenten wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden, ist dennoch nicht eindeutig zu beantworten. Unstrittig ist, dass Experimente und deren Ergebnisse alleine noch keine Wissenschaft ergeben. Poincaré brachte es bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts auf den Punkt (Simonyi, 1990, S. 24):

„Man stellt die Wissenschaft aus Tatsachen her, wie man ein Haus aus Steinen baut; aber eine Anhäufung von Tatsachen ist so wenig eine Wissenschaft, wie ein Steinhaufen ein Haus ist.“

Aber es existiert gegenwärtig keine konkrete ‘Bauanleitung’ beziehungsweise allgemein anerkannte und praktizierte Standardforschungsmethode. Der Nobelpreisträger Bridgman formulierte es folgendermaßen (Simonyi, 1990, S. 30):

„Wissenschaft ist das, was die Wissenschaftler treiben, und es gibt ebenso viele wissenschaftliche Methoden wie Wissenschaftler.“

Prinzipiell setzt sich das ‘Haus der Wissenschaft’ aus zwei getrennten, nicht logisch miteinander verbundenen, aber sich gegenseitig bedingenden Räumen zusammen. Der eine ist der Erfahrungsraum und der andere ist der logisch-abstrakte Theorie-raum. Von entscheidender Bedeutung ist das hin und her Springen zwischen den Räumlichkeiten: einerseits von der Erfahrungswelt der Experimente zu Interpretationen, Idealisierungen und Abstraktionen, andererseits sind zur zielgerichteten Überprüfung der abstrakten Theorie- und Modellwelt entsprechend einer theoriegeleiteten Fragestellung gut durchdachte Experimente erforderlich. Die bestehende Vielfalt wissenschaftlicher Experimentiermethoden unterteilt Medawar daher abhängig vom Wechselspiel mit der Theorie in vier idealtypische Kategorien (1969):

- Kritische bzw. galileische Experimente testen Hypothesen und ermöglichen die Entscheidung zwischen konkurrierenden Theorien.
- Induktive bzw. baconsche Experimente dienen als Grundlage für die Theoriebildung und können theoretische Sachverhalte belegen.
- Deduktive bzw. kantsche Experimente überprüfen Schlussfolgerungen, die aus Theorien insbesondere durch Veränderungen der Annahmen und der Voraussetzungen abgeleitet worden sind.

- Demonstrative bzw. aristotelische Experimente veranschaulichen Theorien und Phänomene¹.

In der Zeit nach Galilei war die vorherrschende Ansicht, dass sich wissenschaftliche Theorien durch Induktion beweisen ließen. Ausgehend von den Ergebnissen unterschiedlicher Experimente sollten sich durch Abstraktion die Naturgesetze zuverlässig ergründen und formulieren lassen. Aus diesen als allgemeingültig angesehenen Theorien ließe sich dann deduktiv wieder auf die Wirklichkeit schließen und neue Experimente ableiten. Dieser Erkenntnisweg wird in aktuellen Physik-Schulbüchern und physikdidaktischen Lehrbüchern nach wie vor als wesentlicher Teil der 'Methode der Naturwissenschaften' dargestellt und beeinflusst somit weiterhin die Arbeitsweise im Physikunterricht (Kircher, Girwitz & Häußler, 2001; Chinn & Malhotra, 2002). In der gegenwärtigen naturwissenschaftstheoretischen Diskussion ist er inzwischen bedeutungslos.

Die Abkehr der Wissenschaft vom Induktivismus mit der Wende ins 20. Jahrhundert wird durch die Entwicklung der modernen Physik eingeleitet und am Beispiel der Relativitätstheorie Einsteins deutlicht². Über zwei Jahrhunderte lang war die newtonsche Mechanik durch zahlreiche Experimente ausnahmslos 'bewiesen' worden. Dennoch stellte Einstein die kühne Vermutung auf, dass die newtonsche Theorie nur in einem sehr beschränkten Bereich Gültigkeit hat. Es zeigte sich, dass bei induktiv abgeleiteten Gesetzen keine Sicherheit bezüglich ihrer zukünftigen Gültigkeit gegeben ist. Einstein zog selbst die Konsequenz daraus. Anstelle von Vorschlägen, wie seine Theorie zu beweisen sei, regte er anspruchsvolle Experimente zu ihrer Überprüfung an. Damit nannte er Gegebenheiten, unter denen er sich gezwungen sehen würde, seine Theorie als Irrtum zu verwerfen. Einstein verzichtete so auf den Anspruch, dass eine Beweisbarkeit seiner Theorie überhaupt möglich sei.

Infolge der Erkenntnis, dass sich vermeintlich sichere Theorien als falsch oder zumindest in Teilbereichen als ungültig erweisen können, wurde der Induktion und damit der Verifizierbarkeit von Theorien das Prinzip der Falsifikation entgegengesetzt. Dem Philosophen Popper und anderen Vertretern des kritischen Rationalismus zufolge ist eine Theorie nicht beweisbar, wohl aber falsifizierbar. Ein einziges widersprüchliches Ergebnis eines 'experimentum crucis' genügt, um sie zu widerlegen oder zumindest die Grenzen ihrer Gültigkeit aufzuzeigen (Popper, 1994).

Nach der Auffassung Einsteins und Poppers existiert kein methodisch rationales Verfahren zur Entwicklung von Theorien. Es handelt sich vielmehr um einen kreativen Prozess, der im Wesentlichen durch spekulative Phantasie, Intuition, Zufälle und Geistesblitze beeinflusst wird. Theorien sind also mehr oder weniger 'frei erfunden'.

-
- 1 Die aristotelischen Experimente dienen nur indirekt der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Sie hatten und haben eine herausragende Bedeutung für die schulische und universitäre Ausbildung sowie für die Popularisierung der Naturwissenschaften. Erinnerung sei beispielsweise an die öffentlichen Schauversuche mit Otto von Guericke's 'Magdeburger Halbkugeln'. Von der Uraufführung 1654 vor dem Regensburger Reichstag bis heute verdeutlichen sie dem Publikum eindrucksvoll die Wirkung des Luftdrucks.
 - 2 Weitere Gründe sind beispielsweise der unter anderem von Ernst Mach innerhalb der aufkommenden erkenntnistheoretischen Strömung des Positivismus vertretene Empiriekritizismus oder die mit der Entwicklung der Quantenphysik verbundene Aufgabe des Kausalitätsprinzips.

den' und nicht durch logisches Denken aus Experimenten abgeleitet. Sie müssen nur prinzipiell experimentell falsifizierbar sein. Bei der Suche nach Lösungen für neue Probleme kommen sie wiederholt auf den Prüfstand, bewähren sich oder werden falsifiziert und durch modifizierte oder neue Theorien abgelöst. Im Rahmen dieses Zusammenspiels zwischen Experiment und Theorie wächst das Wissensniveau, wobei eine Theorie gegenüber einer anderen eine größere Wahrheitsnähe hat, wenn sie mehr oder bessere Erklärungen für die Sachverhalte bietet. Zusammenfassend empfiehlt Popper für die wissenschaftliche Praxis (1973, S. 39):

„[...] es gibt [bezüglich Theorien] keine „absolute Verlässlichkeit“; doch da wir wählen müssen, ist es vernünftig, die bestgeprüfte Theorie zu wählen.“

Während den Experimenten im Induktivismus oder im Falsifikationismus noch eine entscheidende Funktion für den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess zukam, wird deren Bedeutung in den neueren, allerdings nicht unumstrittenen Wissenschaftstheorien von Kuhn, Lakatos und Feyerabend relativiert. Für den Wissenschaftshistoriker Kuhn ist die Entwicklung der Wissenschaft ein zyklischer Prozess zwischen folgenden Phasen (1999):

normale Wissenschaft \Rightarrow Krise \Rightarrow Revolution \Rightarrow Etablierung eines neuen Paradigmas \Rightarrow normale Wissenschaft \Rightarrow ...

Er kritisiert am Falsifikationismus unter anderem, dass er nur die außergewöhnlichen Phasen wissenschaftlicher Revolutionen erklären könne. Aus seiner historisch-soziologischen Sicht ist echte Wissenschaft nur dann gegeben, wenn allgemein anerkannte und zentrale theoretische Grundannahmen, von ihm als Paradigma bezeichnet, vorhanden sind und Normalwissenschaft stattfindet. In dieser Phase werden auch Erkenntnisse gewonnen, die zu einem geltenden Paradigma im Widerspruch stehen. Wenn das Paradigma aufgrund dieser 'Anomalien' seine Aufgabe nicht mehr erfüllen kann, führt das zu einer Episode der Verunsicherung, Krise und schließlich zu einer wissenschaftlichen Revolution, in der sich die Grundannahmen, Anschauungen, Methoden und Ziele ändern.

Nach Kuhn entscheiden Experimente aber nicht über die Richtigkeit einer Theorie, zumal sich seiner Ansicht nach die Paradigmen als axiomatische Grundannahmen nicht gegeneinander diskutieren lassen. Für ihn ist die wissenschaftliche Gemeinschaft ausschlaggebend. Dabei spielt weniger das Überzeugen der Vertreter der Gegenseite eine Rolle, als das Aussterben eines Paradigmas mit seinen Anhängern. Abschließend gelangt Kuhn zu der Einsicht, dass Paradigmenwechsel die Wissenschaft nur bezüglich einer relativen Wahrheit weiter entwickeln, aber nicht näher an eine absolute Wahrheit bringen.

Der Mathematiker, Physiker und Wissenschaftsphilosoph Lakatos versucht den Falsifikationismus Poppers und die Überlegungen von Kuhn zu vereinen (Lakatos, 1974). Ausgehend von Hegels These, dass sich Vernunft in der Geschichte durchsetzt, interpretiert er die Wissenschaftsgeschichte als eine Geschichte des rationalen Aufstiegs und Verfalls von „Forschungsprogrammen“. So bezeichnet er, ähnlich dem Paradigma-Begriff von Kuhn, Systeme von Theorien und Methoden.

Am Falsifikationismus kritisiert Lakatos, dass eine Theorie aufgegeben werden muss, wenn sie durch Experimente widerlegt wird. Seiner Meinung nach sind experimentelle Ergebnisse und Beobachtungen nicht objektiv, sondern ihrerseits von Theorien abhängig. Folglich können Experimente eine Theorie nicht nur nicht beweisen, sondern auch nicht widerlegen und verlieren aufgrund dessen an Bedeutung. Es besteht auch kein ausreichender Grund mehr eine Theorie zu verwerfen, nur weil sie nicht mit den Daten übereinstimmt. Nach Lakatos werden die Theorien, die sich als nicht praktikabel erwiesen haben, in der Geschichte rückwirkend falsifiziert. Im Gegensatz zu Kuhn ist er jedoch der Auffassung, dass sich verschiedene Forschungsprogramme rational vergleichen und diskutieren lassen.

Einen im Vergleich zu den Theorien von Popper, Kuhn und Lakatos konträren und radikal anmutenden Ansatz entwickelte der Philosoph Feyerabend. Er wendet sich vehement gegen wissenschaftstheoretische Grundsätze oder methodologische Zwänge und behauptet stattdessen: „anything goes“ (Feyerabend, 1983). Damit fordert er neben einem Theorienpluralismus ebenfalls einen Pluralismus der Methoden. Die Intuition und Kreativität als Voraussetzung des Erkenntnisgewinns dürfen nicht durch dogmatische Regeln, die ihrerseits einem Wandel unterliegen, eingeschränkt werden.

Feyerabend begründet seine ‘Anti-Regel’ wie Kuhn anhand der Wissenschaftsgeschichte. Seiner Meinung nach wurden immer dann Durchbrüche erreicht, wenn die vorherrschenden Methoden und Grundsätze in oftmals irrationaler Weise ignoriert beziehungsweise verletzt wurden. Andernfalls hätten bedeutende wissenschaftliche Erkenntnisse verworfen werden müssen. Aus diesem Grund sei in der Wissenschaft prinzipiell nichts auszuschließen. Selbst als unwissenschaftlich oder absurd geltende Methoden und Theorien können der Wissenschaft weiterhelfen:

„So kann die Erkenntnis von heute zum Märchen von morgen und der lächerlichste Mythos schließlich zum festen Bestandteil der Wissenschaft werden.“ (Feyerabend, 1983, S. 67)

Im Hinblick auf eine realitätsnahe (außer-)schulische Vermittlung von Naturwissenschaften anhand von Experimenten könnte die Konsequenz aus diesem Abschnitt ebenfalls lauten: ‘anything goes’. Schließlich existiert keine naturwissenschaftliche Standardmethode für den Umgang mit Experimenten, sondern eine Vielfalt von Methoden und Funktionen, die es zu vermitteln gilt. Allerdings sind für die wissenschaftlichen Erkenntnisprozesse die Kreativität und ein, wenn auch aus wissenschaftstheoretischer Sicht nicht eindeutig geklärtes Zusammenspiel zwischen Experiment und Theorie wichtig. Beides sollte auch im (außer-)schulischen Rahmen ermöglicht und gefördert werden. Dabei reicht die Spannweite durchführbarer Experimentierformen nicht nur von demonstrativen bis zu kritischen Experimenten, wie sie in der Wissenschaft vorkommen. Beispielsweise ist vor allem das explorative Experimentieren bedeutsam, das die Lernenden mit Neuem, Unerwartetem und Erklärungsbedürftigem konfrontiert (Euler, 2009). Wie und unter welchen Voraussetzungen Experimente aus naturwissenschaftsdidaktischer Perspektive sinnvoll für Lernprozesse eingesetzt werden können, wird im Folgenden diskutiert.

1.2 Die Bedeutung von Experimenten aus fachdidaktischer Sicht

Bereits 1905 forderte die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in den „Meraner Beschlüssen“ die Einrichtung systematischer Schülerübungen im Beobachten und Experimentieren (Gutzmer, 1908). Seit dieser Zeit beschäftigen sich unzählige fachdidaktische Publikationen mit dem Experiment und dem Experimentieren. Beiden Aspekten wird eine zentrale und unverkennbare Bedeutung im Rahmen der naturwissenschaftlichen Schulausbildung unterstellt (Hofstein & Lunetta, 1982). Solomon brachte es auf den Punkt (1980, S. 13):

„Science teaching must take place in the laboratory; about that at least there is no controversy. Science simply belongs there as naturally as cooking belongs in the kitchen and gardening in the garden.“

Die Annahme war, dass die direkte Auseinandersetzung der Schüler mit konkreten Forschungsprozessen und Experimenten unter anderem zu einem wesentlich besseren Lernerfolg führten (s. z.B. Schwab, 1962; Hurd, 1969; Lunetta & Tamir, 1979). Erst in den späten 70er Jahren des 20. Jahrhunderts fingen Bildungsforscher an, sowohl die Effektivität als auch die Rolle der Laboraktivitäten ernsthaft zu hinterfragen. Der Nutzen erwies sich als nicht so selbstverständlich wie er schien (s. z.B. Bates, 1978). Bis dato gab es keine wissenschaftlichen Untersuchungen, die beispielsweise eindeutig einen Vorteil von Laboraktivitäten gegenüber anderen Lehr-/Lernmethoden oder einen Zusammenhang zwischen den Laborerfahrungen der Schüler und deren Lernerfolg nachweisen konnten.

In den letzten Jahrzehnten hat sich das Wissen über die Bedeutung und die Wirkung von Laboraktivitäten, insbesondere des Experimentierens, auf die Schüler wesentlich erweitert (s. z.B. Hofstein & Lunetta, 2004). Heute gelten Experimente lehrmethodenübergreifend als das wichtigste Medium der naturwissenschaftlichen Fächer (Duit & Tesch, 2006). Mit ihnen sind zahlreiche, vielfältige und anspruchsvolle Erwartungen verbunden (s. z.B. Muckenfuß, 1995; Reinhold, 1996; Euler, 2001; Hofstein & Lunetta, 2004). Dazu gehören fachimmanente Ziele wie die Vermittlung von Fakten, pädagogische Ziele wie die Erziehung zum logischen Denken und psychologische Ziele wie die Förderung der Motivation. Eine Auswahl weiterer mit dem Experimentieren verbundener Erwartungen ist in Tab. 1.1 aufgelistet.

So unterschiedlich wie die Ziele sind auch die möglichen Funktionen von Experimenten im Unterricht, von denen einige in der Abb. 1.1 aufgeführt sind. Selbst spielerisch-explorative oder einfach nur ästhetische Experimente sowie Versuche mit überraschenden Effekten, die mehr Fragen aufwerfen als beantworten, können unter anderem eine Faszination erzeugen und Neugier oder Interesse wecken. Viele Didaktiker sehen darin sogar eine der wichtigsten Aufgaben (Wodzinski, 2004a). Nach Euler haben schon explorative Experimente einen Einfluss auf das abstrakte Verständnis von Sachverhalten (2009, im Druck, s. Abschnitt 1.5). Somit gehen die Ziele und Funktionen von Experimenten im schulischen Rahmen deutlich über deren Bestimmung für den rein wissenschaftlichen Erkenntnisprozess hinaus.

1.2 Die Bedeutung von Experimenten aus fachdidaktischer Sicht

Fachimmanente Ziele	Psychologische Ziele	Pädagogische Ziele
<ul style="list-style-type: none"> Experiment als zentrales Element der <i>naturwissenschaftlichen Methode</i> (methodologische Funktion: z. B. Verifikation/Falsifikation von Hypothesen, Modell- und Theoriebildung). Dabei ist das Experiment zur Darstellung der Quantifizierbarkeit bzw. Mathematisierbarkeit der „Natur“ ein Teilaspekt; Experiment in seiner Endgestalt als <i>Vermittlungsmedium</i> für physikalische Fakten, Theorien, Modelle (Mitteilung); Experimentieren zum Aufbau fachspezifischer <i>Handlungskompetenz</i>; Experiment zur <i>Operationalisierung</i> von Begriffen und Größen (Demonstration); „Versuch“ zur Bereitstellung der Erfahrungsbasis („primäre“ Erfahrung, Präsentation von Realität zur Gewinnung von Problemstellungen, Hypothesen). 	Steigerung der <i>Motivation</i> und <i>Lerneffektivität</i> durch <ul style="list-style-type: none"> erstaunliche Phänomene (kognitive Konflikte); „mehrkanaligen“ Zugang („Lernen mit Kopf, Herz und Hand“); praktische Anforderungen (Lernen durch Tun); Selbsttätigkeit, Verantwortlichkeit; Individualisierung durch Variabilität im Erkenntnisgang; Individualisierung im Bereich der Fähigkeitsprofile (praktische/intellektuelle/soziale Anforderungen); Förderung des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten (Selbstwertgefühl durch Erfolgserlebnisse); Experiment als <i>Merkhilfe</i> (vielschichtige Aktivität unterstützt Gedächtnisleistung). 	Experimentieren als Ausgangspunkt und Mittel für <ul style="list-style-type: none"> das Lernen sachbezogener „rationaler“ Argumentation (vgl. „geistige Zucht“ bei KERSCHENSTEINER); Die Erziehung zum kausalen und logischen Denken; die Erziehung zur Sorgfältigkeit, Genauigkeit, Geduld, u. ä. (vgl. KERSCHENSTEINER); die Schulung der Beobachtungsfähigkeit; die Entwicklung der Kooperationsfähigkeit und anderer sozialer Kompetenzen (Teamarbeit, Rücksichtnahme, Dialogfähigkeit, Arbeitsteilung u. ä.); die Entwicklung der Kommunikationsfähigkeit (sprachliche Ausdrucksfähigkeit; Darstellungsfähigkeit mit schriftlichen und bildlichen Mitteln); die Erziehung zur Übernahme von Verantwortung (z. B. beim Umgang mit Geräten); die Erziehung zur Kritik- und Reflexionsfähigkeit.

Tab. 1.1: Mit Schulexperimenten verbundene Ziele nach Muckenfuß (1995, S. 339).

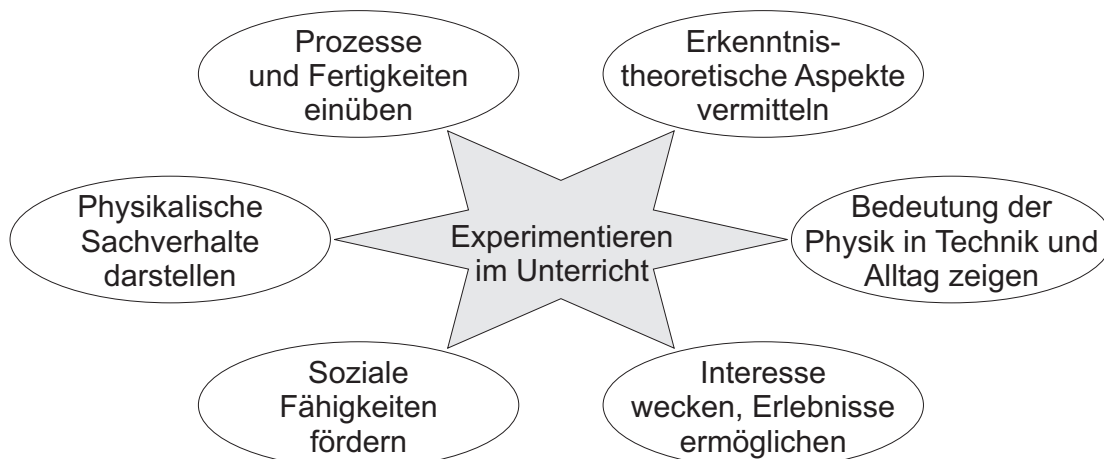


Abb. 1.1: Zentrale Aspekte des Experimentierens im Unterricht (nach Tesch, 2005). Unter Prozesse und Fertigkeiten sind einerseits die Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und andererseits die für eine sachgerechte Durchführung von Experimenten notwendigen handwerklichen Fertigkeiten gemeint. Die Vermittlung erkenntnistheoretischer Aspekte bezieht sich unter anderem auf die Rolle von Experimenten in Erkenntnisprozessen.

Die verschiedenen Einsatzarten von Experimenten im Unterricht reichen von Demonstrationsexperimenten, die von der Lehrkraft vorgeführt werden, bis zu unterschiedlichen Formen von Schülerexperimenten, wie sie auch die Schülerlabore anbieten. Hier erhalten die Schüler meist in kleinen Gruppen die Gelegenheit für sehr unterschiedliche eigenständige Tätigkeiten. Das mögliche Aufgabenspektrum umfasst bei den einfachen Formen die eigenständige Beobachtung, Messung und Aufzeichnung der Ergebnisse. Bei den ausgeprägteren Formen des offenen Experimentierens beinhaltet es die eigenständige Bearbeitung der verschiedenen möglichen Aspekte des wissenschaftlichen Forschungsprozesses (s. Abschnitt 1.1). Dazu gehören beispielsweise die Hypothesenbildung und -überprüfung oder die Recherche.

In zahlreichen fachdidaktischen Publikationen werden Lehrende aufgefordert, den Anteil an (Schüler-)Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht möglichst hoch zu halten. Zumindest im Physikunterricht der Oberstufe spielen Experimente auch eine bedeutende Rolle, wie Baumert und Köller (2000) anhand der TIMSS-Daten belegen konnten. Allerdings dominieren die Vorführexperimente, während Schülerexperimente nur selten vorkommen. Ein geringfügig anderes Bild liefert eine Videostudie von Tesch (2005) für die Mittelstufe. Von 13 Lehrkräften der Klassen 7 und 8 wurden zwei jeweils dreistündige Unterrichtssequenzen zur Einführung in den elektrischen Stromkreis und den Kraftbegriff aufgezeichnet. Die Auswertung ergab, dass etwa 8% der effektiven Unterrichtszeit der Vorbereitung und 28% der Nachbereitung von Experimenten gewidmet wurden. Der eigentliche Experimentiervorgang nahm ebenfalls 28% der Zeit in Anspruch. Davon wurde etwa ein Drittel für Demonstrationsexperimente und zwei Drittel für Schülerexperimente verwendet. Allerdings ...

„entfallen rund zwei Drittel der Experimentierzeit auf die Vorstellung von Phänomenen, rund ein Drittel auf die Veranschaulichung von Gesetzen, aber nur etwa 1% auf das Testen von Hypothesen.“ (Tesch, 2005, S. 96)

Das breite Spektrum der im Prinzip beim Experimentieren möglichen Eigentätigkeiten der Schüler wird in der schulischen Praxis kaum genutzt, obwohl die Lehrkräfte dem eigenständigen Experimentieren gegenüber grundsätzlich positiv eingestellt sind (Baumert & Köller, 2000; Tesch, 2005). Als Hauptursachen werden von den Lehrenden die mangelnde Zeit und Ausstattung (H. Meyer, 1987a; Tesch, 2005) sowie von didaktischer Seite die mangelnde Ausbildung und Überforderung der Lehrkräfte angeführt (Hofstein & Lunetta, 2004; Duit & Tesch, 2006; Bell, 2007). Die Gründe für den Zeitmangel sind unter anderem auf längerfristiger Ebene die Lehrplanvorgaben und kurzfristig betrachtet der schulische 45-Minuten-Rhythmus, zumal die Schüler beim Experimentieren zunächst viel Zeit für technische und manipulative Details aufbringen, wodurch das Potential der Experimente nicht ausreichend genutzt wird (Woolnough, 1991). Für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Verständnisses bleibt nur wenig Zeit (Hofstein & Lunetta, 2004). Die Gründe für die mangelnde Ausstattung sind oft finanzieller Natur. Häufig sind die für das Experimentieren einer Klasse in Kleingruppen nötigen Geräten und Materialien nicht in ausreichender Anzahl vorhanden. Darüber hinaus sind Schülerversuche im Vergleich zu anderen Unterrichtsmethoden für die Lehrkräfte, unter anderem aufgrund unzureichender Ausbildung und Erfahrung, mit einem höheren Arbeitsaufwand bei der Vorbereitung und der Betreuung verbunden.

Im Gegensatz zur Schulpraxis steht in den Schülerlaboren das eigenständige Experimentieren der Schüler eindeutig im Mittelpunkt der Angebote. Dabei unterliegen die Einrichtungen nicht den schulumfeldbedingten Schwierigkeiten. Sie müssen sich bei ihren Veranstaltungen als außerschulische Einrichtung nicht an Lehrplanvorgaben oder Pausenglocken halten. Sie sind aufgrund ihrer Intention, eigenständiges Experimentieren zu ermöglichen, sowie wegen des fokussierten Themenangebots und der stärkeren Auslastung von Geräten und Räumlichkeiten besser ausgestattet. Und sie haben zwar abgesehen von abgeordneten Lehrern keine speziell ausgebildeten, dafür aber durch die regelmäßige Wiederholung des gleichen Experimentierangebots

mit den unterschiedlichsten Schülern sehr erfahrene Wissenschaftler und Studenten als Betreuer. Insofern können Schülerlabore den Schülern Möglichkeiten bieten, die ihnen in der Schule bestenfalls selten geboten werden (s. TIMSS und Videostudie). Inwieweit die Gelegenheit zum eigenständigen Experimentieren in den Laboren eine Wirkung beispielsweise auf die Interessen der Schüler ausübt, ist ein zentraler Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit.

Die Frage nach der Wirksamkeit ist nicht trivial, wie viele empirische Studien der letzten Dekaden zusammengefasst in zwei aktuellen Reviews von Harlen (1999) und Hofstein & Lunetta (2004) belegen. Die Durchführung von Experimenten hat nicht zwangsläufig die gewöhnlich unterstellte motivations- oder lernfördernde Wirkung. So gilt zwar, dass Experimente und Experimentieren vielen Schülern Spaß bringen (Hodson, 1990; P. Gardner & Gauld, 1990) und die Schüler selbst durchgeführte Experimente bevorzugen (Pfeifer, Häusler & Lutz, 1997). Aber beispielsweise im Hinblick auf die Entwicklung der schulischen Leistungen schneidet Unterricht, in dem Schülerexperimente eine größere Rolle spielen, nicht generell besser ab als Unterricht ohne eigenständiges Experimentieren (Harlen, 1999; Hofstein & Lunetta, 2004).

Die Ursachen liegen unter anderem in den Schwierigkeiten, die beim eigenständigen Experimentieren häufig auftreten (s. a. Hodson, 1993; Euler, 2005; Duit & Tesch, 2006). So können die Schüler durch die vielfältigen und komplexen Anforderungen, von dem Verstehen und Befolgen der Experimentieranleitung über die Messung bis hin zum Notieren, Auswerten und Interpretieren der Ergebnisse, überfordert und zu einem oberflächlichen Experimentieren verleitet werden (Metz, 1998; Duit & Tesch, 2006). Zusätzlich wird oft die Aufmerksamkeit der Schüler aufgrund von tief verankerten außerunterrichtlichen Vorstellungen, den sogenannten Alltags- und Fehlkonzepten, in eine nebensächliche oder falsche Richtung gelenkt (Driver & Bell, 1986).

Häufig sind selbst bei Schülerexperimenten die Gelegenheiten für eigenständiges Arbeiten und Nachdenken selten, wie Tesch in ihrer Videostudie ebenfalls zeigen konnte (Tesch, 2005). Auch Hofstein und Lunetta stellen fest (2004, S. 47):

„Many of the activities outlined for students in laboratory guides continue to offer ‘cook-book’ lists of tasks for students to follow ritualistically. They do not engage students in thinking about the larger purpose of their investigation and the sequence of tasks they need to pursue to achieve those ends.“

Derartig gelenkte und kontrollierte Schülerexperimente erweisen sich nach Harlen (1999) und Hodson (1993) als kontraproduktiv. Den Schülern wird oft nicht klar, was sie tun, welches Ziel ihr Experiment hat und worauf es aufbaut (s. z.B. Tasker, 1981; Champagne, Gunstone & Klopfer, 1985; Chang & Lederman, 1994; Wilkenson & Ward, 1997). Stattdessen sehen sie im (Be-)Folgen der Instruktionen und Finden der richtigen Antwort die Hauptziele ihrer Arbeit (Lunetta, 1998). Dabei werden allenfalls manuelle Fähigkeiten geschult, aber die Arbeit am eigentlichen Problem ist gering (Euler, 2001; Engeln & Euler, 2004). Zumal das rezeptartige und unreflektierende Abarbeiten zu einer verengten wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise sowie zu einer falschen Vorstellung über die Naturwissenschaften führt (vgl. Abschnitt 1.1).

Es wird davon ausgegangen, dass Lernen unter anderem durch Konzeptwechsel erfolgt, die oft mit einem kognitiven Konflikt zwischen Vorstellungen und naturwissenschaftlichen Konzepten verbunden sind (Duit & Treagust, 2003). Dementsprechend kommen White und Gunstone (1992) zu dem Schluss, dass die Manipulation von Ideen wichtiger ist als die Manipulation eines Experimentieraufbaus. Auch Euler (2001, 2005) und Duit & Tesch (2006) sehen in der interaktiven Einbindung der Experimente in einen größeren Rahmen eine Bedingung für gelingendes Lernen. Entscheidend ist nach Euler die

„[...] Balance zwischen Theorie und Experiment sowie zwischen Instruktion (dem angeleiteten Lernen) und Konstruktion (der eigenständigen Exploration, Diskussion, Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente und der Darstellung der Ergebnisse).“ (2001, S. 32)

In Anlehnung an den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess (s. Abschnitt 1.1) sollte Euler zufolge ein Lernprozess in einem zyklischen Wechselspiel von Experimentiererfahrung und theoretischer Modellbildung stattfinden (2005). Dies beansprucht und fördert beim Lernenden kreative geistige Prozesse, um zwischen der Erfahrungs- und der Modellwelt einen sinnvollen Zusammenhang herzustellen. Der Schritt in Richtung der Modellwelt bedarf Interpretationen, Abstraktionen und Generalisierungen. Das erfordert Einsicht in Strukturen, Invarianten und Gesetze. In entgegengesetzter Richtung sind theoriegeleitete Konkretisierungen und Operationalisierungen für die zielgerichteten Beobachtungen und experimentellen Tests in der Erfahrungswelt notwendig. Das bedarf neben handwerklich-experimentellem Geschick auch methodische Kenntnisse. Werden dann die Vorstellungen, Vermutungen und Fragen der Lernenden vom Lehrenden aufgegriffen, entsprechend dem Theorie-Experiment-Zyklus gemeinsam weiterentwickelt und derart fokussiert, dass sie experimentell überprüfbar sind, so besteht nach Euler kein grundsätzlicher Unterschied mehr zwischen der Funktion von Experimenten für die wissenschaftliche und die schulische Wissensgenese.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Experimente als ein wichtiges Medium und eine bedeutsame Methode für den naturwissenschaftlichen Unterricht angesehen werden. Zahlreiche Aufgaben und Funktionen, die über eine reine Wissensgenese hinausgehen, werden mit ihnen in Verbindung gebracht. Entsprechend dieser Bedeutung sind Experimente in der Unterrichtspraxis zumindest in der Physik oft vertreten. Allerdings handelt es sich häufig um Vorführversuche oder bestenfalls gelenkte Schülerexperimente, die ohne eine tiefgehende Einbettung in einen Rahmen lediglich Phänomene oder Begriffe verdeutlichen. Dies führt zu einer verengten Sichtweise über die Natur der Naturwissenschaften. Ein eigenständiges und forschendes Experimentieren der Schüler, wie es von Naturwissenschaftsdidaktikern gefordert wird und wie es Schülerlabore anbieten (sollten), findet im Unterricht selten statt. Warum die Eigenständigkeit beim Experimentieren unter kognitiven und affektiven Gesichtspunkten als wichtig erachtet wird beschreibt das folgende Unterkapitel.

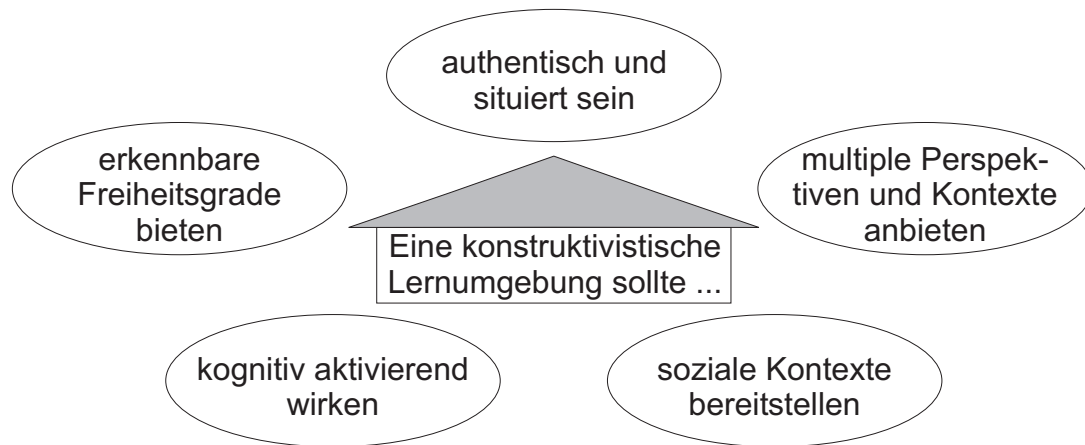


Abb. 1.2: Bedingungen für eine konstruktivistisch gestaltete Lernumgebung (s. Text).

1.3 Der Konstruktivismus und das eigenständige Experimentieren

In der Didaktik löst der moderate Konstruktivismus³ seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts zunehmend die behavioristische Sicht des Lehrens und Lernens ab, für die der „Nürnberger Trichter“ oder der klassische ‘von oben herab’-geführte Frontalunterricht Beispiele sind (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Duit, 1995). Nach den konstruktivistischen Vorstellungen lässt sich der Vorgang des Lernens kurz und prägnant mit einer Abwandlung eines altväterlichen Sprichworts zusammenfassen (Duit, 2002, S. 10): „Jeder ist seines Wissens Schmied“. Dieser Sichtweise liegt die Auffassung zugrunde, dass Lernen ein Prozess ist, in dem der Lernende selbst aufgrund von Impulsen, beispielsweise durch Informationen, und basierend auf seinem Vorverständnis⁴ seine eigenen Gedanken, wie z.B. Vorstellungen und Erkenntnisse, entwickelt und diese in einem zunehmend komplexen Netzwerk mit den anderen Gedanken verknüpft. Lernen ist demnach kein passiv-konsumierender Vorgang, sondern eine aktive individuelle Erarbeitung und iterative Konstruktion von eigenem Wissen (s. z.B. Gerstenmaier & Mandl, 1995; Duit, 1995; Labudde, 2000).

Für eine kognitiv und affektiv wirksame, aus konstruktivistischer Sicht sinnvoll gestaltete Lernumgebung gelten nach Gerstenmaier & Mandl (1995) und Labudde (2000) folgende Kriterien (s. Abb. 1.2): Erstens sollte sie ‘authentisch’ und ‘situiert’ sein. Der Umgang des Lernenden mit lebensnahen Problemen und authentischen Situationen stellt einen Rahmen und Anwendungskontext für das zu erwerbende Wissen bereit und vermittelt den Lerninhalten dadurch seine Bedeutung. Der Kontext sollte eher realistisch als auf abstrakte Teilbereiche reduziert sein. Zweitens sollte die Lernumgebung den Lernenden ‘multiple Perspektiven’ und ‘multiple Kontexte’ anbieten, damit das Wissen flexibel auf andere Standpunkte sowie Problemstellungen übertragbar

3 Auf die anderen Varianten wie den radikalen Konstruktivismus wird hier nicht im Einzelnen eingegangen. Sie sind z.B. bei Gerstenmaier & Mandl (1995) beschrieben.

4 Unter dem Begriff Vorverständnis werden in der Didaktik nicht nur Vorwissen und Vorerfahrungen, sondern auch Interessen, Überzeugungen, Gefühle sowie die Identifikation mit den Lerninhalten verstanden.

und nicht auf einen Blickwinkel und einen Kontext fixiert ist. Das dritte Kriterium ist die unter dem Begriff 'sozialer Kontext' verstandene Möglichkeit zur Zusammenarbeit und gegenseitigen Unterstützung. Der Austausch von Fragen und Antworten oder eine Diskussion zwischen den Lernenden untereinander und mit dem Lehrenden fördert die Wissensbildung und -strukturierung. Viertens sollte die Lernumgebung auch eine Auseinandersetzung des Lernenden mit seinen eigenen kognitiven Prozessen ermöglichen, insbesondere eine metakognitive Reflektion und Kontrolle der Lernprozesse und -erfolge, um auch auf diese Weise neues Wissen zu generieren. Darüber hinaus muss die Lernumgebung fünftens dem Lernenden erkennbare Freiheitsgrade bieten. Die Lerninhalte dürfen demnach nicht als ein fertiges und abgeschlossenes System präsentiert werden. Der Lernende muss vielmehr subjektiv und tatsächlich die Möglichkeit wahrnehmen können, eigene Wissenskonstruktionen und Interpretationen vorzunehmen sowie eigene Erfahrungen zu machen. Erst dann ist die Lernumgebung in dem Sinne konstruktivistisch, als sie den Prozess der Konstruktion neuen Wissens ermöglicht und fördert.

Ungeachtet der genannten Kriterien gibt es bisher keine allgemein akzeptierten Lehrformen, um konstruktivistische Vorstellungen im Unterricht zu implementieren (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Williams & Hmelo, 1998). Erste Ansätze, nach denen die Lernenden weitgehend auf sich gestellt ihr Wissen konstruieren, haben sich inzwischen in zahlreichen Studien als nachteilig für den Lernerfolg erwiesen (Mayer, 2004; Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Es kommt vielmehr auf die Balance zwischen der Instruktion von außen und der Konstruktion im Inneren des Lernenden an. Der Lehrende ist demnach nicht überflüssig, aber seine Aufgabe und damit auch sein Selbstverständnis ändert sich von einem Wissensübermittler zu einem Wissens-Entwicklungshelfer (Duit, 2002). Allerdings gibt es Hinweise, dass diese Einstellung noch nicht in der deutschen Unterrichtspraxis angekommen ist. Beispielsweise berichten Müller (2004) und Widodo (2004), dass Lehrpersonen wenig mit dem Konstruktivismus vertraut sind und dass der Physikunterricht kaum konstruktivistische Merkmale aufweist.

Nach Orion, Hofstein, Tamir und Giddings (1997) scheint der Ansatz des 'forschenden Lernens' eine viel versprechende Unterrichtsmethode zu sein, um die Schüler aktiv am Lernprozess zu beteiligen, indem sie sich selbstständig, aber nicht auf sich allein gestellt, Wissen konstruieren. Zumindest kann sie einen ebenso natürlichen wie authentischen Zugang zu Naturwissenschaften und Technik ermöglichen. Schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts stellte Dewey (1910) fest, dass naturwissenschaftliche Bildung nicht nur aus dem Lernen von Fakten und Gesetzmäßigkeiten besteht. Es komme vielmehr auf die Methode des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens an, die unser ganzes Leben durchzieht und uns befähigt, neue Erkenntnisse zu gewinnen. Der Versuch, ein 'forschendes Lernen' im Unterricht zu etablieren, begann in den 1960er Jahren in den USA. Im Zuge der Reformbemühungen der 70er Jahre in Deutschland erarbeiteten Fries und Rosenberger (1973) sowie Plöger (1983) ein forschend-entwickelndes Unterrichtsverfahren für die Physik. Während hier noch die Unterrichtsphasen im Vordergrund standen, gelangen in den letzten Jahren mit den intensivierten Bemühungen, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht zu vermitteln, die Aktivitäten der Schüler stärker in den Vordergrund (vgl. Duit, 2003;

Duit, Gropengießer & Stäudel, 2004).

Zu den möglichen Betätigungsfeldern der Schüler gehören alle Aspekte des wissenschaftlichen Forschungsprozesses von der Beobachtung eines Phänomens, der Recherche, der Entwicklung von Ideen, der Ausarbeitung von Fragestellungen und Hypothesen über die Planung, Durchführung und Beobachtung von realen oder Gedankenexperimenten bis zur Auswertung, Kommunikation und Präsentation, Diskussion und Anwendung der Ergebnisse. Wie in der Wissenschaft, in der es auch nicht die 'eine' Forschungsmethode gibt (s. Abschnitt 1.1), ist die Reihenfolge beim 'forschenden Lernen' zum Teil flexibel, sind Sprünge oder Wiederholungen möglich. Auch müssen nicht alle Punkte bearbeitet werden (s. Bell, 2007). Dennoch sollte nach Hofstein und Lunetta (2004) die Bearbeitung der Aspekte nicht einzeln oder ohne Bezug zueinander erfolgen, um den Schülern neben dem Fachwissen ein annähernd vollständiges Bild vom Forschungsprozess zu vermitteln.

Zusätzlich zu der Aneignung von Fachwissen befähigt derartiges Lernen die Schüler, sich Themengebiete zunehmend selbstständiger zu erschließen. Sie lernen den Umgang mit Informationsquellen, Material und Daten, aber auch das Mitteilen und Diskutieren von Erkenntnissen untereinander und mit dem Lehrenden oder anderen Experten (Hofstein & Lunetta, 2004). Aus konstruktivistischer Perspektive besteht nach Gunstone (1991) die Herausforderung darin, den Lernenden zu helfen, die Kontrolle über das eigene Lernen zu erlangen. Dafür ist es unerlässlich, dass die Schüler neben dem selbsttätigen Experimentieren auch die Möglichkeit haben Fragen zu stellen, Hypothesen zu entwickeln und zu überprüfen sowie die Untersuchungen zu gestalten (s.a. Neber, 2001a). Umfassender formuliert fordern Gunstone und Champagne (1990) ausreichend Zeit und Möglichkeiten für kognitive und metakognitive Aktivitäten. Es gilt: „Minds on as well as hands on“.

Abgesehen von der aktiven Beteiligung der Schüler am Unterrichtsgeschehen und deren Befähigung zum selbstständigen Lernen lassen sich durch das forschende Lernen auch für andere Unterrichtsformen gültige und wichtige Lernziele erreichen. Beispielsweise erlangen die Schüler praktische Experimentierfähigkeiten und lernen die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise kennen. Dadurch erhalten Sie ein realistischeres Bild und ein Verständnis von der 'Natur' der Naturwissenschaften. Damit entspricht forschendes Lernen weitgehend den von Hodson (1993, 1996, 1998b) angeführten Zielen von naturwissenschaftlichem Unterricht, die er in „learning science“, „learning about science“ und „doing science“ unterteilt. Im deutschen Bildungssystem weisen die konkreten Einzelaktivitäten des forschenden Lernens deutliche Bezüge zu vielen der im Jahre 2005 formulierten Bildungsstandards auf (Bell, 2006).

Wie in anderen Formen naturwissenschaftlichen Unterrichts liegt auch beim forschenden Lernen die Ursache vieler Lernschwierigkeiten in der Diskrepanz zwischen den Alltagsvorstellungen der Schüler und der zu lernenden wissenschaftlichen Sichtweise (Bell, 2006). Unterricht sollte daher an den Erfahrungen und dem Vorwissen der Schüler anknüpfen und ihnen die Vorteile einer für sie neuen, aber fruchtbaren und interessanten wissenschaftlichen Sicht vermitteln. Jedoch besteht beim forschenden Lernen die Gefahr, die Schüler mit den vielfältigen Anforderungen zu überfordern. Nach Bell (2007) muss forschendes Lernen daher über Jahre durch zunehmend selbstständigeres Arbeiten erlernt werden. Dennoch wird in aktuellen Ansätzen, vor

allem aus dem englischsprachigen Raum, den Schülern eigenständiges Forschen nicht nur zugetraut, sondern es wird als Teil der naturwissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy) gefordert (s. z.B. Abd-El-Khalick et al., 2004). Allerdings werden konstruktivistische Lehrformen wie das 'forschende Lernen' nur selten im naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland praktiziert (s.o.).

Was folgt daraus für die Schülerlabore und damit auch für diese Untersuchung? Prinzipiell könnten dort alle wesentlichen Bereiche des naturwissenschaftlichen Forschungsprozesses selbstständig von den Lernenden bearbeitet werden, aber sie können mit ihren Angeboten nicht auf bereits vorhandenen Fähigkeiten der Schüler aufbauen. Dennoch scheinen aus konstruktivistischer Sicht Schülerlabore geeignete Lernumgebungen zu sein. Sie erfüllen bereits aufgrund ihres Ansatzes schon drei der fünf in Abb. 1.2 auf S. 17 genannten Kriterien. Durch ihre Nähe zur aktuellen Wissenschaft sind sie 'authentisch' und 'situiert'. Die angebotenen Experimente sind thematisch wie auch aufgrund der verwendeten Geräte und der angewandten Methoden forschungsnah und stehen in einem engen Zusammenhang mit den eigentlichen Aufgaben und Aktivitäten der Laborbetreiber (Euler, 2005). Durch diese Bezüge zur Lebenswelt stellen die Schülerlabore eher 'the real thing' anstelle einer didaktisch reduzierten Wirklichkeit dar, zumal die in der Regel durchgeführten Besichtigungen des Forschungsgeländes oder von Laboratorien zusätzliche Eindrücke vom Forschungs- und Berufsumfeld der Wissenschaftler vermitteln (Engeln, 2004).

Die Ermöglichung von 'multiplen Perspektiven' und 'multiplen Kontexten' als zweites Kriterium erfüllen die Schülerlabore durch ihre thematische Fokussierung. In der Regel behandeln mehrere durchgeführte Experimente ein abgegrenztes Themengebiet aus unterschiedlichen Blickwinkeln mit verschiedenen interessanten Methoden und Bezügen. Der soziale Kontext als drittes Kriterium ist in den Schülerlaboren durch kooperativ zu lösende Herausforderungen, durch die Zusammenarbeit der Lernenden in kleinen Experimentiergruppen und durch den Kontakt mit den Betreuern gegeben. Die Erfüllung der letzten beiden Kriterien ist dagegen nicht schülerlaborimmanent. Ob die Schüler kognitiv aktiviert werden und ob sie Freiheitsgrade erkennen und nutzen können, ist von der konkreten Gestaltung der Angebote abhängig.

Wenn forschendes Lernen nicht im Unterricht praktiziert wird und Schülerlabore nicht auf derartigen Erfahrungen der Schüler aufbauen können, ist eine Fokussierung der Labore und damit auch dieser Arbeit auf das eigenständige Experimentieren als Kernelement des 'forschenden Lernens' berechtigt. Im konstruktivistischen Sinn stellen Schülerexperimente einen Handlungsrahmen und Anwendungskontext für das aktive Konstruieren von Wissen dar. Nach Harlen (1999) ermöglichen sie den Aufbau eines persönlichen Erfahrungsschatzes und unterstützen die Entwicklung von Kompetenzen im Gebrauch der naturwissenschaftlichen Methoden. Darüber hinaus ermöglichen sie eine Gruppenarbeit und fördern damit die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeiten sowie soziale Eigenschaften wie Toleranz und Hilfsbereitschaft. Dass eigenständiges Experimentieren als Lehr-/Lernmethode aber alles andere als trivial ist, zeigte bereits der vorherige Abschnitt. Im folgenden wird auf die aus konstruktivistischer Sicht wichtigen Aspekte für ein kognitiv und affektiv wirksames eigenständiges Experimentieren im Einzelnen eingegangen. Sie sind für die vorliegenden Untersuchung von zentraler Bedeutung.

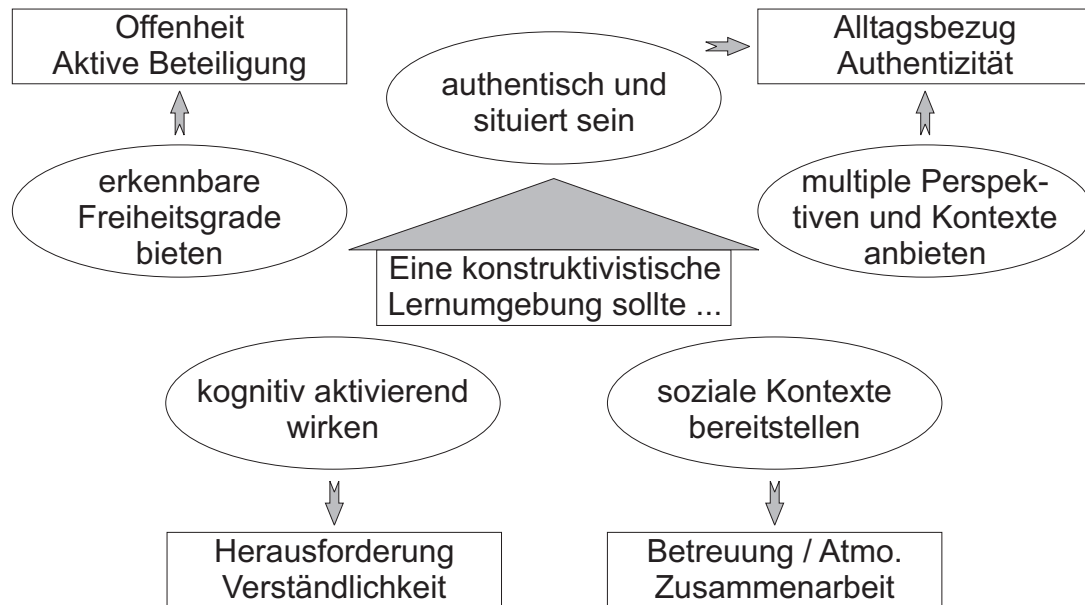


Abb. 1.3: Bedingungen für eine konstruktivistisch gestaltete Lernumgebung und daraus folgende Kriterien für das eigenständige Experimentieren in Schülerlaboren (s. Text).

1.4 Die bedeutsamen Aspekte beim eigenständigen Experimentieren

Wie aus den vorherigen beiden Abschnitten deutlich wurde, sind für die kognitive und affektive Wirksamkeit eigenständigen Experimentierens die Experimente und die Art ihrer Einbettung entscheidend (s.a. P. Gardner & Gauld, 1990). Im Folgenden werden eine Reihe von Kriterien vorgestellt, die aus konstruktivistischer Sicht als bedeutsam gelten. Neben der *aktiven Beteiligung* der Schüler, der *Authentizität* und der *Betreuung* gehören dazu der *Alltagsbezug*, die *Herausforderung*, die *Offenheit*, die *Verständlichkeit* und die *Zusammenarbeit*. Sie entsprechen, wie aus der Abb. 1.3 ersichtlich, den fünf im Abschnitt 1.3 genannten übergeordneten Forderungen von Gerstenmaier & Mandl (1995) und Labudde (2000) für eine aus konstruktivistischer Sicht sinnvoll gestaltete Lernumgebung. Diese Kriterien sind weitgehend unabhängig von den im Schulunterricht oder in den Schülerlaboren behandelten Themen und fachlichen Inhalten. Aber sie können abhängig von der Ausgestaltung der Experimente und Rahmenbedingungen variieren. Deswegen kommt ihnen in der vorliegenden schülerlaborübergreifenden Untersuchung eine besondere Bedeutung zu.

Authentizität und **Alltagsbezug**. Eine konstruktivistisch gestaltete Lernumgebung sollte wie im vorigen Abschnitt erläutert unter anderem authentisch und situiert sein sowie multiple Kontexte und Perspektiven anbieten. Unter dem Begriff Authentizität wird die möglichst große Annäherung an die verschiedenen Facetten der realen Welt verstanden. Bezogen auf die Experimentierangebote in Schülerlaboren könnten sie sich einerseits auf die Lebenswelt der Lernenden und andererseits auf die naturwissenschaftliche Forschungs- und Berufswelt beziehen. Im weiteren Text ist mit dem Begriff Authentizität ausschließlich letzteres gemeint und erstgenanntes wird mit All-

tagsbezug bezeichnet, um beide Perspektiven beziehungsweise Kontexte sprachlich voneinander zu trennen.

Die Authentizität ist ein charakterisierendes Merkmal vieler Schülerlabore. Sie haben das Ziel, den Schülern durch die Experimente und das Rahmenprogramm einen authentischen Einblick in die Naturwissenschaften zu vermitteln. Oftmals können die Schüler während der Veranstaltungen Wissenschaftlern bei der Arbeit 'über die Schulter schauen', mit in der Wissenschaft genutzten Geräten und Hilfsmitteln wie Computerprogrammen arbeiten und forschungsnahen Fragestellungen nachgehen. Somit erleben sie zumindest ansatzweise 'the real thing' anstelle einer didaktisch reduzierten Wirklichkeit⁵ (Engeln, 2004). Aus konstruktivistischer Sicht stellen authentische Gegebenheiten einen Rahmen und Anwendungskontext für die Experimente und das zu erwerbende Wissen bereit, vermitteln deren Bedeutung und wirken kognitiv aktivierend. Informationen ohne einen für den Lernenden relevanten Kontext sind für ihn weniger bedeutsam und regen ihn infolgedessen auch weniger zum Nachdenken an.

Eine andere für die Schüler als relevant erachtete Perspektive ist der Alltag. Der Bezug zur Lebenswelt der Schüler wirkt aus den gleichen Gründen wie die Authentizität motivierend und kognitiv aktivierend. Ein Alltagsbezug gilt aber auch aus einem weiteren Grund als erstrebenswert. Neu zu erwerbendes Wissen sollte auf bestehendem Vorwissen, also auch auf vorangegangenen Alltagserfahrungen, aufbauen und damit vernetzt sein. Andernfalls gilt es als zusammenhangslos und wird als träges Wissen bezeichnet. Es ist zwar vorhanden, wird aber nicht zur Lösung neu auftretender Probleme und Fragestellungen verwendet (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Renkl, 1996). Daher ist es sinnvoll über die Vernetzung von Fachwissen hinaus Verbindungen zwischen den verschiedenen 'Welten' der konkreten alltäglichen Erfahrungen und der abstrakten Naturwissenschaft aufzuzeigen.

Zusammenarbeit und Betreuung / Atmosphäre. Eine konstruktivistisch gestaltete Lernumgebung sollte soziale Kontexte bereitstellen. Die Bildung und Strukturierung von Wissen ist nicht nur ein individuelles Verarbeiten von Informationen. Sie findet auch in einem sozialen Umfeld statt, beispielsweise aufgrund von Erfahrungen von und mit anderen Personen. Dazu gehören die Mitschüler und die Lehrenden, in diesem Falle die Mitarbeiter der Schülerlabore. Im Hinblick auf gesellschaftliche Anforderungen wie Team- und Konfliktfähigkeit ist die Möglichkeit zur Zusammenarbeit und gegenseitigen Unterstützung ein wichtiges Kriterium. Das beginnt mit dem Austausch von Fragen und Antworten oder einer Diskussion zwischen den Lernenden und endet mit den ausgeprägten Formen kooperativen Lernens, bei denen über eine längere Zeit unter anderem die sozialen Gruppenprozesse besonders thematisiert, akzentuiert und strukturiert werden (Weidner, 2003; Wodzinski, 2004b). Im Zusammenhang dieser Arbeit ist lediglich die 'normale' Kleingruppenarbeit beim Experimentieren als eine Vorstufe kooperativen Lernens von Relevanz⁶, wofür Schülerexperimente eine gute Gelegenheit bieten (Duit & Tesch, 2006).

5 Ob Schülerlabore ein objektives Bild von den Naturwissenschaften vermitteln, wird in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht.

6 Mehr Informationen zum kooperativen Lernen finden sich unter anderem bei Johnson & Johnson (1989), Slavin (1990) und Sharan (1994). Rumann (2005) hat eine umfassende Literaturübersicht zu Untersuchungen über kooperatives Arbeiten im Bereich der Naturwissenschaften erstellt.

Ein entscheidender Vorteil selbst einfacher Formen der Zusammenarbeit ist die Notwendigkeit der Kommunikation unter den Lernenden. Es gilt, gedachtes verständlich zu formulieren, zu argumentieren und andere Perspektiven einzunehmen, was für sich schon eine stärkere kognitive Aktivierung bedeutet (Wodzinski, 2004b). Zusätzlich können Fehlvorstellungen, Verständnisschwierigkeiten und Wissenslücken auftreten. Diese können oftmals von den Mitschülern aufgrund eines besseren Gefühls für die Missverständnisse eher geklärt werden als von der Lehrkraft (Gillies, 2004). Davon profitieren erstens sowohl der fragende als auch der erklärende Schüler. Zweitens kommt dies den leistungsschwächeren Schülern entgegen, die sich eher trauen, ein anderes Mitglied der Kleingruppe zu fragen, anstatt sich vor versammelter Klasse und dem Lehrenden vermeintlich zu blamieren (Shachar & Fischer, 2004). Und drittens profitieren die Mädchen, bei denen kooperative Arbeitsformen aufgrund ihrer kommunikativen Kompetenzen auf besonderes Interesse treffen (Herzog, 1996).

Das Experimentieren in Kleingruppen fördert allerdings nicht per se die Kommunikationsfähigkeiten und die Wissenskonstruktion. Beispielsweise haben Alton-Lee, Nuthall und Patrick (1993) herausgefunden, dass es bei einer von ihnen genau beobachteten Gruppe zwar kaum Unterhaltungen gab, die nichts mit dem bearbeiteten Thema zu tun hatten. Allerdings behandelten die Gespräche vorrangig organisatorische Aspekte und weniger das Konzeptuelle der Aufgabe. Nach Engeln (2004) sollten die Experimente nicht ausschließlich aus ökonomischen Gründen in Gruppen durchgeführt werden und die Zusammenarbeit nicht in dem Aufbau und der Durchführung des Experiments begründet liegen.

Kooperatives Arbeiten im eigentlichen Sinne spielt nach Wodzinski (2004b) gegenwärtig eine untergeordnete Rolle im naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland. Selbst beim Experimentieren in Kleingruppen findet in der Regel keine gleichgewichtete Arbeitsteilung statt (vgl. H. Meyer, 1987b; Klein, Erchul & Pridemore, 1994). Meist führt ein Teil der Gruppe die Experimente durch, während alle anderen die Ergebnisse notieren oder sich sogar ganz aus dem Geschehen ausklinken und auf die Kollegen verlassen. Diese Reduzierung der individuellen Anstrengungsbereitschaft in einer Gruppe im Vergleich zur alleinigen Aufgabenbearbeitung wird als soziales Faulenzen oder social loafing bezeichnet (Latané, Williams & Harkins, 1979; Harkins, Latané & Williams, 1980).

Eine Ursache für social loafing ist die fehlende Identifizier- und Vergleichbarkeit der individuellen Leistungen und die damit unmittelbar verbundene Gruppengröße. Mit steigender Mitgliederzahl steigt zwar die potentielle Gruppenproduktivität, aber es wird dadurch auch leichter, in der Menge zu verschwinden und keine Einzelleistung zu erbringen (Griffith, Fichman & Moreland, 1989; Wagner, 1995; North, Linley & Hargreaves, 2000). Umgekehrt sollte sich in kleineren Gruppen auch das social loafing verringern. Für das kooperative Lernen werden Gruppen von zwei bis sechs Personen mit unterschiedlichen Fähigkeiten, Leistungen und Geschlechtern als optimal angesehen⁷ (Neber, 2001b).

7 Eine Metaanalyse von Lou, Abrami, Spence, Poulsen, Chambers, and d'Apollonia belegen Vorteile für leistungsschwache Schüler in leistungsheterogenen Gruppen. Schüler mit mittlerem Leistungsniveau profitieren stärker von homogenen Gruppen. Wogegen leistungsstarke Schüler gleichermaßen in homogenen wie heterogenen Zusammensetzungen lernen (zitiert nach Gillies, 2004).

Neben der konkreten Zusammenarbeit der Schüler untereinander gelten die Betreuung durch die Lehrenden und die generelle Arbeitsatmosphäre ebenfalls als einflussreich für den Erfolg eigenständigen Experimentierens. Nach Hofstein & Lunetta (1982, 2004) ist die Lehrerpersönlichkeit sogar der Haupteinflussfaktor beim experimentellen Unterricht. Einige Publikationen berichten zumindest von einer gewöhnlich weniger formalen Atmosphäre als im konventionellen Unterricht, welche eine produktive und kooperative Interaktion zwischen den Schülern und mit den Lehrenden ermöglicht (DeCarlo & Rubba, 1994; Tobin, 1990). Allerdings findet die Betreuung und Atmosphäre im Rahmen von Untersuchungen über das Experimentieren in der Schule bisher kaum Beachtung, weshalb wenig über die konkreten Wirkmechanismen bekannt ist (Hofstein & Lunetta, 2004).

Für die vorliegende Untersuchung ist die Betreuung / Atmosphäre insofern von Bedeutung, als sich hier Unterschiede zwischen den Schülerlaboren selbst und im Vergleich mit der Schule zeigen können. Erstens stehen den Lernenden in den Schülerlaboren unterschiedlich viele und für sie fremde Personen als Ansprechpartner zur Verfügung. Zweitens können die Schülerlabormitarbeiter, seien es Studenten, Lehrer oder Wissenschaftler (s. Abschnitt 5.1), von den Jugendlichen oft im Gegensatz zu ihrem Fachlehrer als authentische Vertreter der Naturwissenschaften wahrgenommen werden. Eventuell wirkt die Leidenschaft und Begeisterung der Betreuer für ihre Disziplin sogar 'ansteckend'. Andererseits kann es drittens vorkommen, dass die Betreuer keine pädagogische Ausbildung haben.

Herausforderung und Verständlichkeit. Eine konstruktivistisch gestaltete Lernumgebung sollte kognitiv aktivierend wirken. Die Anregung zum Lernen gehört zu den wichtigsten Funktionen, die Schülerexperimenten zugeschrieben werden (s. Abschnitt 1.2). Euler (2001) und Harlen (1999) fordern entsprechend, dass Experimente eine kognitive Herausforderung darstellen sollen. Andererseits dürfen die Anforderungen die Lernenden nicht durch ihre Komplexität überfordern. Den Schülern sollte bewusst sein, was sie aus welchem Grund machen, und die gestellten Aufgaben müssen von ihnen lösbar sein (White, 1996). Dies setzt gleichermaßen eine Verständlichkeit voraus. Sind die Experimente sowohl herausfordernd als auch verständlich, so dass sie von den Schülern erfolgreich bewältigt werden können, dann vermitteln sie den Lernenden Kompetenzerlebnisse und haben dadurch sogar zusätzlich zum Lerneffekt das Potential, deren Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse bezüglich der Naturwissenschaft zu fördern (P. Gardner & Gauld, 1990; Wodzinski, 2004a, s.a. Kapitel 2).

Offenheit und aktive Beteiligung. Eine konstruktivistisch gestaltete Lernumgebung sollte erkennbare Freiheitsgrade bieten. Die Offenheit als Grad der Selbstständigkeit beim Lernen spielt in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur eine große Rolle, insbesondere in Beiträgen über Schülerexperimente. Kirschner (1992) unterscheidet diesbezüglich zwischen formalen, offenen und als Mischform partiell offenen Experimenten. Bei formalen Experimenten, in der englischsprachigen Literatur als „cook-book-exercises“ bezeichnet (s. Abschnitt 1.2), wird den Lernenden implizit oder explizit vermittelt, was sie zu tun haben und welche zu erwartende Ergebnisse zu erreichen sind. Offene und partiell offene Experimente hingegen sind, zumindest

in einem gewissen Maße, ergebnisoffen und erfordern von den Schülern Kreativität und eigene Entscheidungen.

Aus wissenschaftstheoretischer Sicht vermitteln formale Experimente, die in der Regel die zu erwartenden Ergebnisse liefern und damit Theorien vermeintlich beweisen, ein falsches Bild von einer induktiven Wissenschaft, in der eine allgemeingültige Methode zum Erlangen der Wahrheit existiert (White, 1996; Hodson & Brennze, 1998; Chinn & Malhotra, 2002, s. a. Abschnitt 1.1). Die Lernenden erfahren, dass Naturwissenschaften sich unabhängig vom soziokulturellen Hintergrund durch Induktion weiterentwickeln und mit Beobachtungen beginnen, die direkt zu gesichertem Wissen führen (Hodson, 1998a).

Aus lerntheoretischer Sicht stellen die formalen Experimente, wie sie zum Teil von der Lehrmittelindustrie angeboten werden, eine eingeengte und didaktisch stark reduzierte Lernumgebung dar. Zum einen bieten sie keinen das Lernen begünstigenden Kontext. Der Bezug zur Wissenschaft oder zum Alltag und zur Lebenswelt der Schüler ist häufig kaum erkennbar (Euler, 2005, s.a. Abschnitt 1.3). Zum anderen sind die Experimente 'idiotensicher', wie Kirschner formuliert (1992, S. 278):

„Years of effort have produced foolproof experiments, where the right answer is certain to emerge for everyone in the class if the laboratory instructions are followed.“

Die Folgen derartiger Experimente konnten durch empirische Studien gezeigt werden. Die Lernenden denken nicht mehr über den Sinn, den Zweck und das Ziel des Experiments nach und wissen anschließend nicht mehr, was sie aus welchem Grund getan haben (Tasker, 1981; Hodson, 1993; White, 1996, s.a. Abschnitt 1.2). Dabei kommt es bei der Wissenskonstruktion auch auf die produktive Auseinandersetzung mit Fehlern, Irrwegen und störenden Begleiterscheinungen an (Kerschesteiner, 1914 / 1953; Prenzel & Duit, 1999; Duit & Tesch, 2006).

Im Sinne einer konstruktivistischen Lernumgebung sowie bezüglich der Förderung von Interessen (s. Abschnitt 2.1) und Selbstständigkeit gelten offene Experimente als vorteilhafter. Andererseits stellen sie hohe Anforderungen an die Lernenden mit der entsprechenden Gefahr der Überforderung (Metz, 1998, s.a. Abschnitte 1.2 und 1.3). Für den Unterricht bieten sich daher partiell offene Experimente an, die den Lernenden ein gewisses Maß an Entscheidungsfreiheit und Ergebnisoffenheit bieten und sie kognitiv aktivieren. Beispielsweise können die Lernenden durch formales Experimentieren mit einem Versuchsaufbau vertraut gemacht werden mit dem Auftrag, dabei eigene Ideen zu entwickeln, die sie anschließend in einer offenen Form mit ausreichender Zeit umsetzen können.

Offene Experimente sind für die iterative Konstruktion von Wissen eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung. Sie bieten zwar den Schülern theoretisch die Möglichkeit selbst aktiv zu werden, können dies aber nicht gewährleisten. Beispielsweise können die Schüler trotz offener Experimente aufgrund von Überforderung oder social loafing (s. o.) inaktiv sein. Insofern ist die tatsächliche aktive Beteiligung der Schüler, unter anderem bei der Planung und Durchführung der Experimente sowie beim Interpretieren der Ergebnisse, ebenfalls ein zentrales Element des Experimentierens aus konstruktivistischer Sicht.

Die bisherigen Erkenntnisse aus diesem Kapitel zusammenfassend erscheint eigenständiges Experimentieren aus der fachdidaktischen Sicht nur als kognitiv und affektiv wirksam, wenn die Experimente und deren Umfeld stimmen. Dazu gehören unter anderem die hier genannten konkreten Kriterien und die Einbindung in einen Theorie-Experiment-Zyklus. Hinter allen Aspekten steht der Grundsatz: „minds on as well as hands on“. Eine andere Perspektive im Hinblick auf Lernvorgänge entwickelte sich in den letzten Jahren im Zusammenhang mit den zunehmenden Erkenntnissen der Gehirnforschung. Sie deuten darauf hin, dass 'hands on'-Zugänge bereits vielfältige Funktionen bei der Generierung und Verankerung von Wissen übernehmen.

1.5 Das eigenständige Experimentieren aus neuropsychologischer Sicht

Viele der abstrakten Vorstellungen über Vorgänge beim Lernen, unter anderem auch der Konstruktivismus, beschränken sich ausschließlich auf einen vom Körper unabhängigen Geist. Mit den zunehmenden Erkenntnissen aus der Hirnforschung ist eine neue Perspektive entstanden, die dieser isolierten Betrachtungsweise widerspricht. Nach der Neurobiologie haben selbst unbewusst über den Körper wahrgenommene Eindrücke schon Auswirkungen auf den Geist respektive das Gehirn. Die Neuropsychologie und insbesondere der Teilbereich kognitive Neurowissenschaft liefern Hinweise darauf, dass körperliche interaktive Auseinandersetzungen, wie beispielsweise das eigenständige Experimentieren, kognitive Prozesse zumindest erleichtern können. Diese Evidenzen für einen handlungsbasierten Zugang zum Lernen im Allgemeinen und insbesondere im Hinblick auf die mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Fächer werden im Folgenden vorgestellt.

Aus neurobiologischer Sicht sind Lernvorgänge, aber auch Interessen oder Motivationen etc. konkrete Abläufe und Zustände im Gehirn. So besteht der Vorgang des Lernens aus der Veränderung einzelner Verbindungen zwischen den rund 100 Milliarden Neuronen im Gehirn. Diese sogenannten Synapsen können sich neu bilden, verstärken oder abschwächen, wenn sie elektrische Impulse zwischen den Neuronen weiterleiten oder in chemische Signale umwandeln. Das erfolgt automatisch bei jeder Informationsverarbeitung, also nicht nur wenn das Gehirn bewusst denkt oder fühlt, sondern auch wenn es unbewusst arbeitet oder mit Hilfe der Sinnesorgane die Umgebung wahrnimmt. Abgesehen von der Steuerung von Instinkten und Körperfunktionen kann ein gesundes Gehirn nichts besser und tut nichts lieber, als das Leben lang lernen. Entsprechend ist das Gehirn bis zu seinem Absterben eine ständige 'Baustelle'.

Auch wenn schon relativ viel über die grundlegenden neurobiologischen Vorgänge im Gehirn bekannt ist, befindet sich die kognitive Neurowissenschaft noch in ihren Anfängen. So sind die Wissenschaftler zwar in der Lage, mittels bildgebender Verfahren einzelne Neuronen und Synapsen beim 'Lernen' zu beobachten (Ekstrom et al., 2003). Aber an höheren kognitiven Funktionen sind beim Menschen zahlreiche Neuronen und Synapsen aus unterschiedlichen Gehirnbereichen beteiligt. Anhand der sichtbaren Aktivierungsmuster lässt sich gegenwärtig nicht feststellen, ob die Person beispielsweise an ein Gesicht oder ein Haus denkt. Hier und erst recht im Hinblick

auf Lernprozesse stößt die Hirnforschung sowohl in Bezug auf die verfügbaren technischen Möglichkeiten als auch im Hinblick auf die Vorstellung von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns noch an ihre Grenzen (Stern, Grabner, Schumacher, Neuper & Saalbach, 2005).

Ungeachtet der bestehenden Grenzen gehen bereits Hirn- und Bildungsforscher aufgrund der beiderseitigen Relevanz und des beiderseitigen Nutzens gemeinsam interessanten Fragestellungen nach. So hat die OECD 1999 im Zentrum für Forschung und Innovation im Bildungswesen (CERI) das Projekt 'Lernwissenschaften und Gehirnforschung' gestartet. Teilweise werden aber auch kontroverse Diskussionen über die Bedeutung der bisherigen neurowissenschaftlichen Erkenntnisse für den schulischen Bereich geführt (s. Streitgespräch zwischen der Bildungsforscherin Stern und dem Hirnforscher Spitzer in DIE ZEIT, Kerstan & Thadden, 2004). Einen Überblick über die Ergebnisse aus der kognitiven Hirnforschung, die auch für die Lehr-Lern-Forschung interessant sind, liefern ein Bericht von CERI (OECD, 2005), Blakemore & Frith (2005) und eine Expertise für das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF (Stern et al., 2005). Manche andere 'Erkenntnisse', die insbesondere von diversen Herstellern 'gehirnforschungsbasierter' Lehrmittel wie dem Gehirnjogging propagiert werden, sind wissenschaftlich nicht belegt und gehören in den Bereich der sogenannten Neuromythen (Goswami, 2004; Stern, 2005).

Im Folgenden werden einige Evidenzen aus der kognitiven Neurowissenschaft vorgestellt, die eine neue Perspektive auf das eigenständige Experimentieren, insbesondere auf die Bedeutung der Emotionen und des Vorwissens sowie die Entwicklung der experimentellen Fähigkeiten ermöglichen. Häufig handelt es sich um Schlussfolgerungen aus Tierversuchen oder aus Untersuchungen von Menschen mit und ohne Gehirnschädigungen. Inwieweit die Ergebnisse tatsächlich auf den schulischen Bereich im Allgemeinen und das eigenständige Experimentieren im Besonderen übertragbar sind, wird sich erst in der Zukunft zeigen. Nach der BMBF-Expertise

„[...] ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren typisch menschliche Hirnfunktionen, die auch für das schulische Lernen zentral sind, besser verstanden werden.“ (Stern et al., 2005, 118)

Aus der Lehr-Lernforschung ist bekannt, dass eigenständiges Experimentieren vielen Schülern Spaß bringt (Hodson, 1990; P. Gardner & Gauld, 1990; Pfeifer et al., 1997). Allerdings wurde den Emotionen in der Bildungsforschung, verglichen mit anderen psychologischen Variablen wie Interesse oder Motivation, bisher weniger Beachtung beigemessen (Pekrun, 2005). Aus Sicht der kognitiven Neurowissenschaft kommt den Gefühlszuständen beim Lernen dem Anschein nach eine größere Bedeutung zu. So konnte eine Studie zeigen, dass neutrale Inhalte in Abhängigkeit vom emotionalen Zustand der Versuchspersonen in unterschiedlichen Bereichen des Gehirns mit unterschiedlichem Erfolg aufgenommen wurden (OECD, 2005). Das Lernen emotionsloser Wörter in einem durch Bilder erzeugten positiven emotionalen Kontext zeigte eine Aktivität im Bereich des Hippocampus, in einem negativen emotionalen Kontext dagegen eine Aktivierung der Amygdala. Die spätere Erinnerungsleistung der in einem positiven Gefühlszustand gelernten Wörter war eindeutig besser.

Neben der Erinnerungsleistung soll die Amygdala auch die Kreativität des Umgangs mit den gelernten Inhalten beeinflussen. Bei einer Aktivierung versetzt sie

den Körper in einen Angstzustand und unterbricht Aktionen oder Gedanken, um eine zumindest vermeintlich überlebenswichtige rasche körperliche Reaktion wie Kampfbereitschaft oder Flucht auszulösen. Dementsprechend fördert Angst beim Lernen oder bei einer Wissenskontrolle eine Denkweise, die das schnelle Ausführen einfacher Routinen erleichtert und das kreative Assoziieren erschwert. Das bestätigen eine Reihe von Untersuchungen (Goswami, 2004; OECD, 2005). Diese Ergebnisse zeigen nach der Auffassung der Autoren des OECD-Berichts (2005, S. 10) nicht nur,

„[...] dass Lernen bei guter Laune am besten funktioniert, sondern sogar, warum Lernen nur bei guter Laune erfolgen sollte. Nur dann nämlich kann das Gelernte später zum Problemlösen überhaupt verwendet werden.“

Auch nach der BMBF-Expertise besteht Konsens darüber, dass beim Menschen das eng mit den Emotionen in Verbindung stehende limbische System und der Neurotransmitter Dopamin eine wichtige Rolle bei Gedächtnis- und Lernprozessen spielen. Folglich sollte Unterricht oder der Besuch im Schülerlabor den Schülern Spaß bringen. Die Autoren kommen allerdings zu dem berechtigten Schluss, dass es mit Spaß und guter Laune allein keineswegs getan ist. Es kommt unter anderem, wie aus zahlreichen Unterrichtsstudien bekannt und in der vorliegenden Arbeit des öfteren erwähnt, auch auf das Vorwissen an.

Nach dem OECD-Bericht werden einzelne Informationen, wenn sie als neu und wirklich bedeutsam eingestuft werden, im Hippocampus gespeichert. Die Großhirnrinde ist dagegen für das Lernen von Allgemeinem zuständig, indem sie durch die Verarbeitung vieler einzelner Informationen spontan selbst Regeln generiert. Demnach werden übergeordnete Kernkompetenzen und Problemlösungsstrategien aus Sicht der Hirnforschung nicht durch zusammenhangslose Fakten oder abstrakte Regeln, sondern anhand von vielen einzelnen in einem Zusammenhang stehenden Beispielen gelernt. Deren Notwendigkeit für die spontane Regelgenerierung verdeutlicht die Bedeutung des Vorwissens. Je mehr Wissen vorhanden ist, desto besser können neue Inhalte mit vorhandenem Wissen durch die Synapsen in Verbindung gebracht werden. Für die Beschreibung dieses Vorgangs ziehen auch die Neurowissenschaftler ein Prinzip heran, welches von dem Psychologen Hebb formuliert wurde (zitiert nach Stern et al., 2005, S.110): „Neurons that fire together, wire together.“ Wenn Neuronen häufiger zur gleichen Zeit aktiv sind, verstärken sich die Synapsen zwischen ihnen. Demzufolge hilft das bestehende Wissen bei der Strukturierung, Einordnung und Verankerung des neuen Wissens. Hier bestätigt die kognitive Neurowissenschaft die bereits seit längerem bestehenden Erkenntnisse der Lehr-/Lernforschung über die Wissenskonstruktion und die daraus auch für das eigenständige Experimentieren abgeleiteten Forderungen (z.B. die Anknüpfung an das Vorwissen oder der Alltagsbezug, s. Abschnitte 1.3 und 1.4).

Ähnlich einflussreich wie das Vorwissen für das Wissen sind die vorhandenen Erfahrungen für das Lösen von Problemen. Ist eine Person erstmals mit einer bestimmten Aufgabe konfrontiert, wird deren Lösung in der Regel eine intensive und bewusste Auseinandersetzung erfordern. Die abstrakten Probleme werden in konkreten Zusammenhängen verankert, und wer schon viele vergleichbare Probleme bewältigt hat, kann neu auftretende Schwierigkeiten aufgrund seiner Erfahrung besser einordnen

und lösen (OECD, 2005). Mit zunehmenden Fähigkeiten und Fertigkeiten verringert sich folglich die zur Problemlösung notwendige Aufmerksamkeit (Stern et al., 2005). Lernen im Sinne einer Automatisierung von Problemlösungsstrategien führt im Gehirn zu einer generellen Abnahme und Verlagerung der Aktivierung von Neuronen. Als mögliche Ursachen werden eine bedarfsorientiertere Aktivierung und eine Steigerung der neuralen Effizienz aufgeführt (Stern et al., 2005). Insofern ist die Annahme berechtigt, dass schon die Erfahrungen beim eigenständigen Experimentieren im Unterricht oder in den Schülerlaboren bei den Schülern bereits Lerneffekte erzeugen. Beispielsweise können sie eine anfängliche Scheu vor technischen Geräten verlieren und mit wissenschaftlichen Versuchsaufbauten zunehmend vertraut werden.

Neben den konkreten, für die Lehr-Lernforschung interessanten Ergebnissen führte die Hirnforschung in den letzten Jahrzehnten auch zu der Entwicklung einer neuen Erkenntnistheorie unter dem Begriff 'embodied cognition', der mit 'körperliche Basis kognitiver Prozesse' übersetzt werden kann. Die Theorie vermittelt eine neue Perspektive auf die kognitiven Vorgänge beim eigenständigen Experimentieren, die im Folgenden vorgestellt wird. Einen tieferen Einblick liefern Varela, Thompson & Rosch (1991), Lakoff & Johnson (1999), Lakoff & Núñez (2000) und Barsalou (2008).

Im Gegensatz zu vielen philosophisch geprägten Vorstellungen, die sich ausschließlich auf den Geist beziehen, bilden 'embodied cognition' zufolge Geist, Körper und Umwelt ein dynamisches System. Demnach sind die kognitiven Prozesse tief in den Interaktionen des Körpers mit seiner Umgebung verwurzelt (Wilson, 2002; Anderson, 2003; Garbarini & Adenzato, 2004). Dass der Körper nicht nur als reines 'Ein- und Ausgabegerät' für die kognitiven Prozesse im Gehirn dient, wird an zahlreichen Beispielen deutlich. So benutzen Kinder zum Zählen und Rechnen nahezu instinktiv ihre Finger. Erwachsene nehmen diese häufig in ihrer Vorstellung zu Hilfe, um sich etwa ein Zwischenergebnis zu merken. Dabei werden die für das Bewegen der Finger zuständigen Hirnareale ebenfalls aktiv. Auch wenn man ein Objekt nur beobachtet oder daran denkt, löst das Gehirn unbewusst mögliche Handlungsmuster aus, beispielsweise bei einem Becher das Greifen oder Trinken. In diesem Sinne haben selbst abstrakte geistige Prozesse eine konkrete, in der körperlichen Erfahrung verankerte Wurzel - die kognitiven Prozesse sind 'körperbasiert' (Varela et al., 1991; Garbarini & Adenzato, 2004; Martin, 2007).

Nach Euler (2005, im Druck) können eigenständige experimentelle Erfahrungen eine konkrete körperliche Basis physikalischer Erkenntniszusammenhänge darstellen, indem sie abstrakte Theorien und Begriffe mit konkreten Vorgängen der Erfahrungswelt verbinden. Beispielsweise kann jede Person ab dem Kindesalter aus der eigenen Erfahrung zumindest unbewusst wissen, wie der physikalische Druck definiert ist. Für ein abstraktes Verständnis reicht es häufig, sich in einem Gedankenexperiment vorzustellen, in beiden ausgestreckten Handflächen jeweils einen gleich schweren Gegenstand zu halten. Folglich ist die zum Halten notwendige Kraft in beiden Händen gleich. Allerdings soll der eine Gegenstand flach auf der Hand liegen, während der andere an der Auflagefläche spitz wie ein Nagel ist. Bei vielen Menschen ist es aufgrund der vorhandenen körperlichen Erfahrungen eine selbst in der Vorstellung schmerzhaft, aber erstaunlich 'einleuchtende' Erkenntnis, dass Druck eine Kraft auf eine Fläche ist.

In vielen naturwissenschaftsdidaktischen Publikationen wird aus konstruktivistischer Sicht „hands on as well as minds on“ gefordert. Reine „hands on“-Aktivitäten ohne Theoriebezug gelten für die Wissenskonstruktion als wirkungslos (s. Abschnitte 1.2 und 1.3). Nach den Vorstellungen über embodied cognition gelingt ein abstraktes Verständnis, z.B. über physikalische Konzepte wie Druck oder Trägheit, um so besser, je reichhaltiger und strukturierter der Erfahrungshintergrund ist, auf dem sie aufbauen. Insofern hat nach Euler (2005, 2009) selbst exploratives Experimentieren eine eigenständige Wirkung, indem sie den Experimentierenden interaktiv einbinden und mit allen Sinnen auf einer intuitiven Ebene wichtige Primärerfahrungen ermöglichen. Diese durchaus auch spielerischen körperlichen Erlebnisse von naturwissenschaftlichen Sachverhalten erleichtern ein abstraktes Denken und somit beispielsweise die Hypothesenbildung oder die Durchführung von Gedankenexperimenten. Das experimentelle Spiel hilft, sich in die Systeme hineinzusetzen und somit konkret und in Gedanken ihr Verhalten nachzuvollziehen sowie neue Möglichkeiten auszuloten. In diesem Sinne sind Experimente „Werkzeuge und Flügel des Geistes“ (Euler, 2009).

Mit den Erkenntnissen über die körperliche Basis kognitiver Prozesse sind die konstruktivistischen Vorstellungen über die Vorgänge beim Lernen nicht hinfällig. Euler fordert vielmehr von der fachdidaktischen Seite eine Verknüpfung beider Konzepte indem er argumentiert (2008, S. 256):

„Embodying cognitive processes and grounding them in actions is considered a way of ‘naturalizing’ constructivism that has the potential of making the role of the constructive part in constructivism more explicit for the teaching and learning of science. Such a direction of naturalized constructivism offers promising perspectives for grounding conceptual understanding in the affordances and constraints of our cognitive system. It addresses the notoriously ‘hard’ parts of conceptual modeling in science and in mathematics by clarifying and enhancing the role of concrete activities in the process of building up and unfolding abstract mental models.“

Dieses Kapitel zusammenfassend kann aus theoretischer Perspektive angenommen werden, dass Schüler von dem Besuch eines Schülerlabors profitieren können. Bereits die Verarbeitung der Informationen und Eindrücke beim eigenständigen Experimentieren ist aus neurobiologischer Sicht ein Lernvorgang. Auf diese Weise betrachtet hat ‘hands on’ zumindest auf der Ebene der Erfahrungen schon ein ‘minds on’ zur Folge. Wenn das Experimentieren bei den Schülern zusätzlich mit positiven Emotionen verbunden ist, wird die alte von Pestalozzi (1746-1827) aufgestellte und von Muckenfuß (s. Tab. 1.1, S. 13) heute noch vertretene Forderung nach einer Beteiligung von Kopf, Herz und Hand der Lernenden aus Sicht der modernen Hirnforschung erfüllt. Für eine weitergehende Wirkung ist aus konstruktivistischer Sicht das Experimentierumfeld wie die Verständlichkeit oder die Herausforderung entscheidend (s. Abschnitt 1.4). Es beeinflusst die kognitive und affektive Wirksamkeit des eigenständigen Experimentierens. Ein tiefergehendes Verständnis von abstrakten naturwissenschaftlichen Sachverhalten und Theorien erfordert letztlich eine Einbindung der Experimente in einen Theorie-Experiment-Zyklus beziehungsweise einen Prozess ‘forschenden Lernens’ (s. Abschnitte 1.2 und 1.3).

2 INTERESSE & FÄHIGKEITSELBSTKONZEPT

Das Interesse und das Fähigkeitsselbstkonzept gehören aus psychologischer Sicht unzweifelhaft zu den weniger veränderlichen, tiefer liegenden Zuständen einer Person, wobei beide Bereiche miteinander zusammenhängen und sich wechselseitig beeinflussen. So ist die Entstehung und Veränderung von spezifischen Interessen eng mit der Entwicklung der kognitiven Repräsentationen der eigenen Fähigkeiten auf dem gleichen Gebiet verbunden. Zusätzlich wirken beide einzeln und gemeinsam auf andere wichtige Aspekte. Beispielsweise korrelieren bei Schülern das allgemeine Interesse an der Physik und das physikbezogene Fähigkeitsselbstkonzept miteinander und beide beeinflussen zu einem großen Teil das Interesse am Physikunterricht, die dortige Lernmotivation und in der Folge auch die erbrachten Leistungen. Das konnte in zahlreichen Studien nachgewiesen werden (s. z.B. Hannover, 1998; Hoffmann, 2002; Köller, Trautwein, Lüdtke & Baumert, 2006). Insofern ist die Förderung beider Persönlichkeitszustände ein wichtiges Ziel schulischer Ausbildung. Schülerlabore fokussieren dagegen stärker auf die Interessenförderung, die allerdings aufgrund der bestehenden Zusammenhänge auch über eine Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts erfolgen kann. Die Untersuchung der Frage, ob und wie es den Laboren gelingt, beide Bereiche zu beeinflussen, ist der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit. In diesem Kapitel werden die hinter den Begriffen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept stehenden pädagogisch-psychologischen Theorien getrennt vorgestellt. Am Ende der beiden Abschnitte erfolgt jeweils eine Diskussion der für die Schule und für die Schülerlabore relevanten Erkenntnisse.

2.1 Das Interesse aus Sicht der pädagogischen Psychologie

Einerseits wollen die Schülerlabore die Interessen der Jugendlichen an den Naturwissenschaften innerhalb ihrer mehrstündigen Veranstaltungen fördern. Andererseits gelten tiefer liegende Persönlichkeitszustände wie Interessen als nur langsam und schwer veränderlich. Um den vermeintlichen Widerspruch aufzuklären und die theoretische Grundlage der vorliegenden Untersuchung aufzuzeigen, bedarf es insbesondere einer genaueren Betrachtung der verschiedenen Begriffsvariationen des 'Interesses' und der Interessenentwicklung.

2.1.1 Definition des Interesses

Die in der pädagogischen Psychologie weithin anerkannte „person-object-theory of interest“, kurz POI genannt, wurde seit den späten 70er Jahren des letzten Jahrhunderts hauptsächlich von der 'Münchener Gruppe' um Schiefele, Krapp und Prenzel geprägt. Aufbauend auf älteren Ansätzen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

u.a. von Dewey, Kerschensteiner und Lewin (einen Überblick über die historisch bedeutsamen Veröffentlichungen liefert Krapp, 2002b) definiert die Münchner Gruppe das Interesse als eine „besondere Relation zwischen einer Person und einem Gegenstand“ (s. z.B. Prenzel, 1988). Eine Interessenhandlung ist demnach eine planvolle und zielgerichtete Beschäftigung einer Person mit einem als bedeutsam erlebten Auseinandersetzungsgegenstand (s. z.B. Krapp, 1992). Dabei erhebt die Theorie mit den im folgenden beschriebenen Einzelheiten keinen Allgemeingültigkeitsanspruch, wie Krapp feststellt (2003, S. 59):

„POI does not claim to be able to make a statement about all the facts that can be circumscribed by the everyday concept of interest. Its universe of discourse is limited to those phenomena that are directly or indirectly connected to learning and development.“

Mit dem Begriff ‘Gegenstand’ sind in der Interessentheorie nicht nur konkrete Objekte gemeint. Auch konkrete wie abstrakte Themen, Ideen oder Aktivitäten können Interessengegenstände sein. Entscheidend ist, dass die Person bereits über ein gegenstandsspezifisches Wissen verfügt (Krapp, 2001) oder zumindest eine Vorstellung davon besitzt (Krapp, 2003) und sich aus eigenem Antrieb (intrinsisch motiviert) mit dem Gegenstand beschäftigt. Es gibt keinen Unterschied zwischen dem, womit sich die Person beschäftigt und dem, womit sie sich beschäftigen möchte. Eine ausschließlich von außen (extrinsisch) motivierte und auf einen positiven Folgezustand, wie z.B. das Erreichen besserer Noten, ausgerichtete Handlung gilt ebenso wenig als interessegeleitet (Krapp, 1999b) wie Handlungen aus reinem Vergnügen (Schiefele & Köller, 2001) oder reiner Neugier (Krapp, 2002b). Auch nach Hidi und Anderson (1992) repräsentieren Interesse und Neugier verschiedene psychische Zustände.

2.1.2 Merkmale des Interesses

Die Relation, die eine Person mit dem Gegenstand seines Interesses verbindet, ist durch drei Merkmale gekennzeichnet. Zum einen ist die Interessenhandlung davor, während und danach überwiegend mit positiven Gefühlen und Emotionen verbunden. Krapp beschreibt es folgendermaßen (2002a, S. 414):

„[...] feelings of enjoyment, involvement and stimulation are the most typical emotional aspects of an interest-based activity [...].“

Im Extremfall kommt es zum „flow“, einem Zustand, in dem die Person abgesehen von der Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand alles andere, wie z.B. die Zeit, vergisst (Csikszentmihalyi, 1990). Umgekehrt bedeuten zumindest vorübergehende negative Gefühlszustände nicht automatisch das Ende der Interessenhandlung.

Ein weiteres Merkmal des Interesses und wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu anderen Konstrukten wie Neugier ist die Wertschätzung des Interessengegenstandes (Krapp, 2001). Er wird von der Person als persönlich bedeutsam wahrgenommen und sie identifiziert sich mit ihm. Prenzel bezeichnet dies als „Selbstintentionalität“ um zu verdeutlichen, dass die mit dem Interesse verbundenen Ziele und Intentionen

mit den Einstellungen, Erwartungen und Werten der Person kompatibel sind (1988). Das Interesse ist somit ein Teil ihrer Persönlichkeitsstruktur.

Das dritte Merkmal ist das epistemische. Eine Person hat das Bedürfnis bezüglich des Interessengegenstandes ihre Kompetenz zu erweitern, ihr Wissen auszubauen und ihre Fähigkeiten zu verbessern, kurz, sie will lernen. Daher erscheint dieses Merkmal insbesondere für den schulischen Bereich wichtiger als die beiden anderen. Tatsächlich aber existieren unterschiedliche, kontrovers diskutierte Ansichten bezüglich der Relevanz der einzelnen Merkmale für das Interesse. Für einige wie Prenzel (1988), Schiefele und Reinberg (1997), Renninger, Ewen und Lasher (2002) ist das epistemische Merkmal das einzig relevante oder zumindest das wichtigste Charakteristikum einer Interessenhandlung. Andere wie Krapp betonen hingegen die beiden anderen Merkmale stärker. Beispielsweise schreibt Krapp (2001, S. 286):

„Die Besonderheit einer interessenthematischen Beziehung äußert sich im subjektiven Erleben durch die Verbindung von positiven emotionalen Zuständen während der Interessenhandlung und einer hohen subjektiven Wertschätzung des Interessengegenstandes (emotionale und wertbezogene Valenz).“

An anderer Stelle sieht Krapp sich bestätigt, indem er ausführt (2003, S. 73f):

„[...] the results from different research approaches [...] seem to support the overall hypothesis that the quality of emotional experiences has an influence on the emergence and stabilization of epistemic interests [...].“

Mit diesen Ergebnissen ergänzen und bestätigen sich die Interessenforschung und die kognitive Neurowissenschaft gegenseitig in der den Emotionen beigemessenen Bedeutung (s. Abschnitt 1.5).

2.1.3 Arten des Interesses

Zurückgehend auf einen Aufsatz von Krapp, Hidi und Renninger (1992) werden in der heutigen Interessenforschung zwei Arten des Interesses grundsätzlich unterschieden (s.a. Krapp, 1999a, 2000; Schiefele, 1996, 2001): das aktuelle Interesse und das dispositionale beziehungsweise individuelle oder persönliche Interesse¹. Wie im Folgenden deutlich wird, liegt der Unterschied zwischen dem aktuellen und dem dispositionalen Interesse unter anderem in der zeitlichen Perspektive. Dennoch sind beide mit der „person-object-theory of interest“ fassbar und beinhalten jeweils die oben angeführten emotionalen, wertbezogenen und epistemischen Merkmale (Krapp, 2002b).

Das dispositionale Interesse ist das bereits ausgeprägte Interesse einer Person, wie es sich unter anderem bei intellektuell fordernden Hobbys zeigt. Es resultiert aus oftmals erfolgten Beschäftigungen mit einem Interessengegenstand und den dabei gemachten Erfahrungen sowie dem aufgebauten Wissen. Das dispositionale Interesse ist über einen längeren Zeitraum vorhanden und verändert sich nur langsam.

1 Um eine deutliche begriffliche Abgrenzung zum aktuellen Interesse zu erreichen, wird in Anlehnung an Krapp (2002b) und Engeln (2004) im weiteren Text nur der Begriff 'dispositionales Interesse' verwendet.

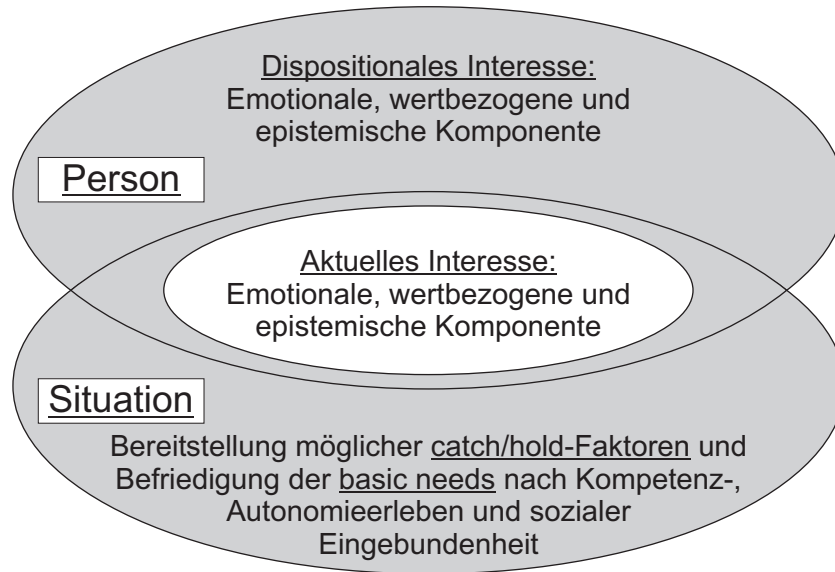


Abb. 2.1: Das aktuelle Interesse einer Person ist die Folge ihres bestehenden dispositionalen Interesses und der konkreten Handlungssituation. Die catch/hold-Faktoren und die basic needs werden in den Abschnitten 2.1.4/5 erläutert.

Der hohe Grad an Stabilität basiert auf der großen Wertschätzung der Person für den Interessengegenstand. Diese persönliche Relevanz hebt ihn von anderen Teilen der subjektiven Umwelt ab (Lewalter, Wild & Krapp, 2001).

Im Gegensatz zum langfristig stabilen dispositionalen Interesse ist das aktuelle Interesse einer Person auf eine konkrete vorübergehende Handlungssituation bezogen (Krapp, 2002b). Es ist einerseits von dem dispositionalen Interesse der Person und andererseits von der Interessanztheit der Situation, also von externen Faktoren abhängig (s. Abb. 2.1). Umgangssprachlich würde man den momentanen Zustand der Person als 'interessiert' bezeichnen. Er ist nach Hidi (2000) verbunden mit einer fokussierten Aufmerksamkeit, einer erhöhten kognitiven Arbeit, einer Beharrlichkeit und einer gefühlsmäßigen Involviertheit.

Viele Autoren (z.B. Hidi & Baird, 1988; Hidi & Anderson, 1992; Hidi & Berndorff, 1998; Engeln, 2004; Guderian, Priemer & Schön, 2005b) unterscheiden noch zwei Bereiche innerhalb des aktuellen Interesses. Überwiegt das dispositionale Interesse, sprechen sie von einem aktualisierten dispositionalen Interesse. Überwiegt die Interessanztheit der Situation, bezeichnen sie dies als situationales Interesse. Allerdings ist die Abgrenzung und die Einführung des situationalen Interesses nicht unproblematisch. Erstens lassen sich beide Bereiche des aktuellen Interesses nicht sauber trennen und separat untersuchen, da sie gleichzeitig auftreten (Schiefele, 1996). Zweitens gibt es kein reines situationales Interesse. Ein Gegenstand, Thema oder eine Situation kann zwar beispielsweise aufgrund ihrer Neuigkeit neugierig machen, ist aber nicht per se interessant. Zumal sich die Frage, ob eine Situation als interessant wahrgenommen wird, stets individuell im Kopf der Person entscheidet und damit wie bei der Wissenskonstruktion (s. Abschnitte 1.3 und 1.5) auf deren vorher gemachten Erfahrungen basiert. Mit Bezug auf Hidi und Harackiewicz (2001) schreibt Krapp (2002b, S. 396):

„Even the occurrence of a pure situational interest depends on preconditions that might result partly from our biological endowment and partly from prior experiences or already existing personal interests. Therefore, the emergence of a new interest - even a new situational interest - cannot be seen as the construction of a totally new PO-relationship. Rather, it builds upon structural and dynamic components the individual has acquired in earlier stages of his or her development.“

Drittens ergeben sich theoretische Schwierigkeiten. Schließlich handelt es sich beim Interesse definitionsgemäß um eine Relation zwischen einer Person und einem (potentiellen) Interessengegenstand. Die Betrachtung einer mit dem Gegenstand verbundenen Situation unabhängig von der Person ist im Rahmen der Interessentheorie nicht möglich. Obwohl Interessengegenstände also nicht per se interessant sind, können sie trotzdem auf Anhieb viele Personen interessieren, weil sie in einem Bezug zu deren untereinander ähnlichen Lebenswelten stehen.

2.1.4 Entstehung und Entwicklung von Interessen

Auch wenn eine situationale Gegebenheit nicht per se interessant ist (s.o.), kann sie selbstverständlich bei einer Person ein aktuelles Interesse erzeugen, die vorher kein oder nur ein gering ausgeprägtes dispositionales Interesse an dem Interessengegenstand hatte. Dies kann durch äußere Anstöße und Anreize erfolgen, wie sie beispielsweise im schulischen Rahmen häufig auftreten. Nach Krapp (1992, S. 323) können die ersten Kontakte

„[...] auch durch fremdbestimmte Forderungen zustande kommen. Die Auseinandersetzungen mit dem unter Umständen neuen Gegenstand rufen Erlebnisweisen hervor und führen zu Erfahrungen, die das Individuum veranlassen, sich zu einem späteren Zeitpunkt von selbst, ohne äußere Anreize und ohne extern gesteuerte Handlungsveranlassung, erneut mit dem Gegenstand zu befassen.“

Um die Wissbegierde und das Interesse von Personen zu wecken, kann der potentielle Interessengegenstand auch interesseweckend 'verpackt' sein. Beispielsweise könnte er mit Kontexten oder Tätigkeiten verbunden sein, die für die Personen interessant sind. Nach Hidi (2000) und Mitchell (1993) werden diese Wege, die eine individuelle Aufmerksamkeit stimulieren, als „triggering“ beziehungsweise „catch“-Faktoren bezeichnet. Dazu gehören beispielsweise Gruppenarbeit, Rätsel oder Themen wie Abenteuer und Tod. Bereits in dieser Phase haben die emotionalen Erfahrungen eine entscheidende Bedeutung und nur bei einer insgesamt positiven Bilanz der Erlebnisqualität kann es zu einer andauernden Auseinandersetzung mit dem neuen Interessengegenstand kommen (Krapp, 1998).

Fängt die Person in einer Handlungssituation an, den Interessengegenstand als sinnvoll, persönlich bedeutsam und in Übereinstimmung mit ihren aktuellen Zielen, Motiven und Werten wahrzunehmen, erreicht sie die zweite Etappe der kontinuierlichen Interessenentwicklung (s. Abb. 2.2). Sie wird aufgrund der sogenannten „hold“-Faktoren umgangssprachlich eine Zeit lang 'bei der Stange gehalten' (Krapp, 1998).

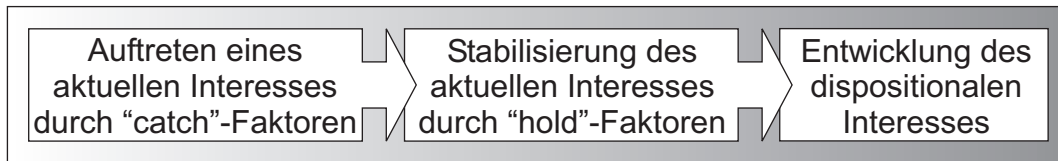


Abb. 2.2: Der Idealfall einer kontinuierlichen Interessenentwicklung nach der catch-hold-Theorie von einer Ausgangssituation bis zum ausgeprägten dispositionalen Interesse.

Der situationsbezogene kurzfristige Weg von der Erzeugung (catch) zur Stabilisierung (hold) eines aktuellen Interesses tritt bei einer Person vergleichsweise häufig auf. Er ist die notwendige Voraussetzung für die dritte Etappe, der langfristigen Entwicklung eines dispositionalen Interesses (s. Abb. 2.2). Allerdings findet eine über die Situation hinaus fortdauernde Weiterbeschäftigung mit dem Interessengegenstand aus eigenem Antrieb, von Prenzel (1992) als „selektive Persistenz“ bezeichnet, deutlich seltener statt. Das ist auch der Tatsache geschuldet, dass eine Person nicht einfach ihre Interessen wechselt und aus Zeitgründen nicht allen Interessen intensiv nachgehen kann. So geht es nach Krapp (1998) bei der schulischen Interessenförderung nicht allein um deren langfristige Entwicklung, sondern auch um die Förderung von zeitlich begrenzten, aber dennoch lernwirksamen aktuellen Interessen, denen er eine dauerhafte Bildungswirkung bescheinigt (vgl. auch Abschnitt 2.1.7, Mitchell, 1993; Hidi & Berndorff, 1998).

2.1.5 „Basic needs“ bei der Interessenentwicklung

Wie bereits im Abschnitt 2.1.2 über die Merkmale des Interesses angedeutet, sind nicht nur rationale Überlegungen der Person über ihre Werte und Ziele für die Interessenentwicklung wichtig. Bereits die Stabilisierung des aktuellen Interesses und insbesondere die Entwicklung eines dispositionalen Interesses ist nach Krapp nur möglich, wenn die beiden prinzipiell unabhängigen kognitiven und affektiven Bereiche von der Person zusammen positiv erfahren werden (2003, S. 72):

„[...] two kinds of determining factors have to be taken into account: first, cognitively represented factors, especially with respect to personal values, goals and volitionally derived intentions; second, feeling-related experiences during the ongoing actions which are connected to the object area of an individual's interest. POI postulates that longer-lasting interest development will occur only if both factors are experienced together in a positive way.“

Für den emotionalen Aspekt bei der Interessenentwicklung gelten drei psychologische Grundbedürfnisse als bedeutsam. Es handelt sich um die größtenteils unbewussten Wünsche einer Person nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit. Diese auch in der deutschen Fachliteratur sogenannten „basic needs“ wurden ursprünglich von Deci und Ryan im Rahmen der Selbstbestimmungstheorie entwickelt und von Krapp auf die Interessentheorie übertragen. Demnach hat jede Person den innewohnenden Antrieb, bei der Auseinandersetzung mit dem Interes-

sengegenstand ihre psychologische Grundbedürfnisse zu befriedigen. Im folgenden werden sie nach Deci (1998) und Krapp (2005) erläutert.

Mit dem Kompetenzbedürfnis ist der Wunsch nach Wirksamkeit gemeint. Eine Person will sich den Herausforderungen ihrer Umgebung gewachsen fühlen, sich als handlungsfähig erweisen und in der Lage sein, relevante Ergebnisse zu erzielen. Sie sollte sich also weder über- noch unterfordert fühlen. Mit den erfolgreich bewältigten Aufgaben und Situationen wächst das Gefühl der Kompetenz automatisch. Es ist eng mit dem befriedigenden Gefühl verbunden, welches entsteht, wenn Fähigkeiten geübt und erweitert werden.

Das Bedürfnis nach Autonomie bedeutet nicht, dass eine Person nach vollkommener Freiheit und vollständiger Unabhängigkeit vom Einfluss anderer Menschen strebt. Das Autonomiebedürfnis entspricht dem Wunsch nach Selbstbestimmung beziehungsweise der Vermeidung einer Fremdbestimmung. Eine Person, die sich in einer Situation autonom fühlt, hat nicht nur das Gefühl unabhängig von unerwünschten äußeren oder inneren Zwängen zu sein. Sie fühlt sich auch der Gegebenheit aus eigener Kraft gewachsen und benötigen keine Unterstützung oder Instruktion durch andere. Insofern ist das Gefühl der Autonomie eng mit dem Kompetenzzempfinden verbunden.

Mit der sozialen Eingebundenheit beschäftigen sich viele philosophische und psychologische Theorien. In großer Übereinstimmung stellen sie die Bedeutung der sozialen Kontakte für die mentale Entwicklung einer Person fest. Insbesondere möchte eine Person mit anderen als wichtig angesehenen Personen verbunden sein und von ihnen akzeptiert werden. Dabei hat die Qualität der sozialen Beziehungen, wie viele empirische Studien beispielsweise über die Bedeutung von sogenannten Peer-Groups belegen, einen großen Einfluss auf die Motivation und den Werdegang einer Person (Ryan & Deci, 2000).

Die Erfüllung der drei „basic needs“ ist in der Selbstbestimmungstheorie eine notwendige Voraussetzung für ein optimal funktionierendes psychologisches System, in etwa gleichzusetzen mit der Bedeutung der biologischen Grundbedürfnisse für den Körper. Die Person-Gegenstands-Theorie postuliert nun, dass die Entstehung, Aufrechterhaltung und Veränderung von Interessen zu einem wesentlichen Teil von der (Möglichkeit zur) Befriedigung dieser Bedürfnisse bestimmt wird. Verschiedene deskriptive Analysen stützen diese Vermutung (s. Krapp, 2001). Allerdings sind die komplexen Prozesse, wie Krapp feststellen muss, theoretisch wie praktisch bis heute noch nicht ganz verstanden (2005, S. 383):

„It is still an open question why some people become more deeply interested in a certain domain of interest than others, or why students develop an interest in one domain but not in a neighbouring domain, which might be evaluated as even more important or useful for approaching future life goals. [...] Only a few research approaches are concerned with the question of how the course of interest development is controlled by conditions and functional principles.“

Die meisten bisher durchgeführten Forschungsarbeiten beschreiben und erklären eher domänen- oder gruppenspezifische interindividuelle Unterschiede als intraindividuelle Veränderungen und deren Ursachen.

2.1.6 Ontogenetische Entwicklung von Interessen

Die Interessen einer Person sind Teil ihrer Persönlichkeitsstruktur und Identität und somit auch abhängig von ihrem Alter. Beispielsweise setzt ein ausgeprägtes dispositionales Interesse eine gewisse Reife voraus. So muss die Person zum Beispiel in der Lage sein, ihre Interessenhandlung zu planen. Dennoch werden die Grundlagen vermutlich viel früher gelegt. In diesem Abschnitt wird die in der Regel nicht linear ablaufende Interessenentwicklung aus Sicht des heranwachsenden Individuums betrachtet (nach Krapp, 2001, 2002b).

Aufbauend auf der Selbstbestimmungstheorie der Motivation (s.o.) wird in der Interessentheorie angenommen, dass der Mensch von Natur aus aktiv ist und diese Eigeninitiative bereits in der frühen Kindheit auftritt. Kleinkinder sind neugierig, manipulieren Gegenstände und erkunden ihre Umwelt. In diesen ersten Lebensjahren dominiert ein universales Interesse, welches eng mit der Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten gekoppelt ist. Es dient der Unterstützung und Stabilisierung der kognitiven Strategien und mentalen Strukturen und ist bezüglich der konkreten Interessensgegenstände oft nur von kurzer Dauer.

In der zweiten Entwicklungsphase, ab dem Alter von etwa vier Jahren, sorgt das Bewusstwerden des eigenen Geschlechts bereits für eine Reorganisation der Interessengebiete abhängig von der stereotyp wahrgenommenen Geschlechterrolle. Interessen, die nicht in diese Rolle passen, treten in den Hintergrund, bis sie ganz verschwinden. Entsprechend sind sich die Interessen innerhalb einer Altersgruppe gleichen Geschlechts noch relativ ähnlich.

Die dritte Phase verläuft etwa im Alter zwischen 11 und 13 Jahren. Den Kindern werden die sozialen Strukturen ihrer Umgebung bewusst und sie fangen an, sich und ihre Familie gesellschaftlich zu verorten. Das resultiert in einer Revision der eigenen Zukunftserwartungen und damit der Werte, Ziele, Vorlieben und Aversionen. Zusammen mit der Bewertung der eigenen Fähigkeiten und Talente führt das zu einer weiteren Veränderung der Interessen.

Die vierte und letzte Phase der ontogenetischen Interessenentwicklung beginnt, wenn sich die Jugendlichen in ihrer Pubertät fragen, welche spezifischen Interessen sie als Individuum auszeichnen sowie welchen schulischen und beruflichen Werdegang sie einschlagen sollen. In einigen Fällen kommt es zu einer radikalen Neuorientierung. In der Regel führt es zu einer zunehmenden Ausdifferenzierung der Interessen, oder wie Krapp auch mit Bezug auf das Interesse an den Schulfächern schreibt (2002b, S. 393):

„When at this age the structure of individual interests becomes increasingly focused on certain points, this necessarily leads to a reduction of individual interests in other areas. On the whole, this inevitably leads to a negative trend in the average level of any subject-related interest in the student population.“

Eine mit zunehmenden Alter einhergehende Interessenabnahme, beispielsweise an Schulfächern, wird durch zahlreiche Studien beschrieben, allerdings teilweise auch fehlinterpretiert (s. Krapp, 2003). Es handelt sich nicht, wie man auf den ersten Blick vermuten könnte, um ein generell abnehmendes Interesse. Das Gegenteil ist der

Fall, wie Krapp mit einer zweijährigen Längsschnittstudie über berufsbezogene Interessen von 117 Auszubildenden nachweisen konnte. Die Analyse der mehrmals mit Fragebögen erhobenen Gesamtdaten zeigte eine Abnahme der berufsbezogenen Interessen insbesondere im ersten Ausbildungsjahr. Eine Analyse von Interviews einer Teilstichprobe lieferte dagegen bei jedem Interviewten einen Anstieg. Krapp erklärt die widersprüchlichen Ergebnisse folgendermaßen (Krapp, 2003, S. 66):

„The two differing statements about the direction of interest development [...] involve rather different aspects of interest development. In the first case, it is a matter of describing (and explaining) general developmental trajectories in populations, whereby the object of interest is defined by all of the contents, activities and events in vocational training. In the second case, the focus is on indicators for the emergence of new contents or topics in the structure of a subject's pattern of (training-related) interests that provide a basis for the description of intra-individual changes.“

Die Auszubildenden interessierten sich zwar weniger für den gesamten Ausbildungsgegenstand, dafür entstanden verstärkt neue Interessen für einzelne Aspekte der Ausbildung.

2.1.7 Bedeutung des Interesses für die Schule

Während der letzten 20 Jahre ist die Zahl der Forschungsarbeiten über die Bedeutung des Interesses für das Lernen in der Schule enorm angewachsen. Ihren Ergebnissen wird zunehmend praktische Relevanz beigemessen. Vordergründig ergibt sich dabei ein Widerspruch zwischen Interesse und Schule. Einerseits betont die Interessentheorie die intrinsische Motivation, sich mit dem Interessengegenstand zu beschäftigen. Andererseits ist eine durch externe Anreizfaktoren (z.B. Lehrer) angeregte und auf einen positiven Folgezustand (z.B. bessere Noten) ausgerichtete Handlung nicht als Interesse zu bezeichnen. Dieser Widerspruch ist nur insofern zutreffend, dass leider viele Schüler nicht (mehr) aus Interesse am Lernstoff in die Schule gehen.

Die drei Arten des Interesses, vom Auftreten eines aktuellen Interesses über dessen Stabilisierung bis hin zur Entwicklung eines dispositionalen Interesses, sind für den schulischen Bereich in doppelter Hinsicht von Bedeutung: Zum einen als eigentliches Ziel schulischer Ausbildung, zum anderen als Mittel zum Zweck. Krapp formuliert es folgendermaßen (Krapp, 2003, S. 69):

„At the first stage, it is important that the teacher succeeds in making as many students as possible curious and in creating a willingness to learn when working with new material. With respect to learning and teaching, the second level of interest development is the most important one, because - from a motivation point of view - (interest-based) learning will occur only when a sufficiently stable situational interest has been established. The third level is of central importance when we take the ultimate aims of education into account, namely to support an individual's course of personality development and identity formation.“

Unterricht sollte also aus Sicht der Interessentheorie möglichst interesseweckend und -stabilisierend bzw. auf den vorhandenen Interessen basierend gestaltet sein, um einerseits das Lernen der Schüler und andererseits deren persönliche Entwicklung gerade im Hinblick auf die Forderung nach lebenslangem Lernen zu fördern. Allerdings sieht Krapp auch zunehmende Probleme (2001, S. 289):

„Die Standardisierung der Curricula und Prüfungsanforderungen erschwert oder ‘korrumpiert’ interessenbestimmtes Lernen.“

Eine wesentliche Voraussetzung für die schulische Interessenförderung ist die Befriedigung der basic needs nach Kompetenz- und Autonomieerleben sowie sozialer Eingebundenheit. Lewalter, Krapp, Schreyer & Wild (1998) haben eine Reihe von förderlichen Merkmalen beschrieben. Als ein wichtiger Aspekt für das Kompetenzerleben gilt die Passung der gestellten Aufgaben an die Möglichkeiten der Lernenden. So können Überforderung wie Unterforderung, aber auch fehlender Kompetenzerwerb sowie mangelndes Zutrauen seitens der Lehrpersonen das Kompetenzerleben erschweren oder verhindern. Um das Autonomieerleben zu fördern, sollten in Abhängigkeit vom erreichten Kompetenzniveau Freiheitsgrade bei der Gestaltung und Durchführung von Arbeits- und Lernaufgaben gewährt werden. Dazu gehören beispielsweise die Wahlfreiheit zwischen vorgegebenen Tätigkeitsfeldern und Methoden sowie eine freie Zeiteinteilung. Wesentliche Merkmale für die Qualität der sozialen Eingebundenheit sind unter anderem die persönliche Eingebundenheit in einer Gruppe, das Erleben von Zutrauen und Unterstützung und die Qualität der sozialen Beziehung zur Lehrperson.

Der Einfluss des Interesses auf das Lernen wurde in zahlreichen verschiedenartigen Studien untersucht und nachgewiesen. Er ist mittlerweile in der pädagogischen Psychologie unbestritten. So führt ein aktuelles oder dispositionales Interesse zu einer Fokussierung und Intensivierung der kognitiven Funktionen in der konkreten Lernsituation und steigert damit die Behaltensleistung der Schüler (Krapp, 2001)². Beispielsweise achten Interessierte stärker auf die Kernaussagen eines Textes und können eher Querbezüge erkennen und Relationen herstellen (Schiefele, 1996)². Insofern ist die Interessantheit eines Textes für die Behaltensleistung sogar bedeutsamer als seine Verständlichkeit (Krapp, 2001)². Allerdings kann sich Interesse auch negativ auswirken, wenn es auf nebensächliche Details gelenkt wird (Krapp, 2001)².

Neben besseren Lernergebnissen fördert interessenbasiertes Lernen auch die Intensität und Qualität der Lernmotivation (Krapp, 2003)². Es führt zu einem selbstregulierten Lernen mit effektiveren Lernstrategien (Krapp, 2005)². Insofern verwundert es nicht, dass eine Metaanalyse von Schiefele, Krapp und Schreyer (1993)² einen gut gesicherten Zusammenhang zwischen Interesse und Indikatoren des Schulerfolgs ergibt. Dies gilt insbesondere für die Schulfächer Mathematik, Physik, Naturwissenschaften und Fremdsprachen. Andere Untersuchungen gehen noch weiter, indem sie dem Interesse einen maßgeblichen Einfluss auf die Lebensgestaltung beimessen. Beispielsweise hat es eine große Bedeutung für die Leistungskurs- und damit auch für die Berufswahl (Roeder & Gruehn, 1997; Köller, Baumert & Schnabel, 2000).

² Hier finden sich die Verweise auf die Originalarbeiten.

Für sich genommen sind die Zusammenhänge zwischen Interesse, Schulerfolg und Leistungskurswahl unproblematisch. Bedenklich ist die deutliche Abnahme der Schülerinteressen insbesondere an der Physik im Laufe der Sekundarstufen I und II, die eine Vielzahl von Untersuchungen belegen (s. z.B. P. L. Gardner, 1985, 1998; Baumert & Köller, 1998; Prenzel, 1998; Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998). Dieser im Vergleich zu anderen Fächern wie Biologie überproportionale Interessenverlust lässt sich nur zum Teil durch die mit dem Alter zunehmende Ausdifferenzierung der Interessen erklären (s. Abschnitt 2.1.6). Besonders negativ ist die Entwicklung bei den weiblichen Schülern (s. z.B. Hoffmann, 2002). Bereits Ende des fünften Jahrgangs sind deren Interessen geringer ausgeprägt als bei ihren männlichen Mitschülern. Ab der Einführung der Physik als Unterrichtsfach in Klasse sieben vergrößert sich dieser sogenannte „gender-gap“ noch weiter. Eine Ursache ist nach einer Metaanalyse von Murphy und Whitelegg (2006), dass sich viele weibliche Schüler den Anforderungen in dem Fach oft nicht gewachsen fühlen. Dementsprechend sinken deren Fähigkeitsselbstkonzepte (s. Abschnitt 2.2) und damit einhergehend die Interessen an der Physik.

Als eine Möglichkeit zur Förderung der Interessen von männlichen und insbesondere weiblichen Schülern an der Physik wird das eigenständige Experimentieren angesehen (Murphy & Whitelegg, 2006, s. a. Abschnitt 1.2). Im folgenden Abschnitt wird aus theoretischer Sicht diskutiert, ob und wie Schülerlabore, in denen das eigenständige Experimentieren zentraler Bestandteil der Veranstaltungen ist, in der Lage sind, die Interessen der jungen Menschen zu fördern.

2.1.8 Interesse und Schülerlabore

Eines der wesentlichsten Ziele der Schülerlabore ist die Förderung des Interesses der Schüler an der im Labor behandelten Naturwissenschaft. Allerdings ist das dispositionale Interesse nach der „person-object-theory of interest“ nur schwer und langsam veränderlich. Es lässt sich nicht schlagartig durch einen einmaligen mehrstündigen Laborbesuch induzieren oder steigern. Mit derartigen falschen Vorstellungen über die Möglichkeiten bei der Interessensförderung wären die Schülerlabore schon im Vorhinein zum Scheitern verurteilt. Selbst in einem längerfristigen schulischen Rahmen ist nach Mitchell (1993), Hidi & Anderson (1992) sowie Hidi & Berndorf (1998) ein möglicher Einfluss auf das dispositionale Interesse als gering anzusehen. Stattdessen ist nach der Interessentheorie für die Förderung des Interesses vielmehr eine situative Auseinandersetzung mit dem (potentiellen) Interessengegenstand notwendig und ausreichend, die ein möglichst hohes und über die Gegebenheit hinaus andauerndes aktuelles Interesse erzeugt, dem eine dauerhafte Bildungswirkung bescheinigt wird (Mitchell, 1993; Krapp, 1998; Hidi & Berndorf, 1998). Die entscheidende Frage ist folglich, inwiefern es den Schülerlaboren gelingt, das Interesse der Schüler zu fördern, indem sie ein aktuelles Interesse wecken, beziehungsweise entsprechend der emotionalen, wertbezogenen und epistemischen Interessenbereiche formuliert, ob die Schülerlaborveranstaltungen den Schülern Spaß bringen, von ihnen als persönlich bedeutsam wahrgenommen werden und sie sich weiter mit den behandelten Themen beschäftigen wollen?

Um weitgehend unabhängig von (nicht-)vorhandenen dispositionalen Interessen ein anfängliches aktuelles Interesse zu erzeugen, sind catch-Faktoren notwendig. Dazu gehört unter anderem das in den Schülerlaboren praktizierte eigenständige Experimentieren, welches vielen Schülern Spaß bringt (s. Abschnitt 1.2). Die Höhe und die Nachhaltigkeit des aktuellen Interesses wird nach der Interessentheorie im Wesentlichen durch die Befriedigung der psychologischen Grundbedürfnisse nach Kompetenz- und Autonomieerleben sowie soziale Eingebundenheit beeinflusst. Diese „basic needs“ hängen mit der Mehrzahl der aus konstruktivistischer Sicht für die affektive und kognitive Wirksamkeit eigenständigen Experimentierens relevanten und im Abschnitt 1.4 erläuterten Faktoren zusammen: Das Kompetenzerleben, welches im Übrigen auch das interessenrelevante und im folgenden Abschnitt beschriebene Fähigkeitsselbstkonzept beeinflusst, ist verbunden mit der Herausforderung und der Verständlichkeit, das Autonomieerleben mit der Offenheit und der Möglichkeit zur aktiven Beteiligung und die sozialen Eingebundenheit mit der Betreuung/Atmosphäre sowie der Zusammenarbeit.

Aus einer verallgemeinernden Sicht spricht vieles dafür, dass die „basic needs“ in Schülerlaboren verglichen mit klassischem und gleich langem Fachunterricht zumindest gleichermaßen befriedigt werden können. Die Schüler arbeiten in den Laboren nicht als Einzelkämpfer oder in der Anonymität des Klassenverbandes. Sie sind in kleine Teams eingruppiert, denen im Idealfall ein eigener Betreuer zur Verfügung steht. Das hat eine größere Schülerzentriertheit zur Folge und ermöglicht den Schülern eine größere Autonomie. Unter einer zurückhaltenden Beobachtung können die Teams größtenteils selbsttätig experimentieren und haben die Möglichkeit, eigenen Ideen nachzugehen. Aufgrund der Tatsache, dass die Betreuer nicht für eine Bewertung der Schüler oder gar eine Notengebung zuständig sind, besteht bei den Schülern kein Leistungsdruck und damit keine für die Interessenförderung kontraproduktive extrinsische Motivation. Die Betreuer haben eher die Aufgabe, auf die Bedürfnisse und Wünsche der Schüler einzugehen und bei Bedarf Anregungen zu geben, um Frusterlebnisse bei den Schülern zu vermeiden bzw. Kompetenzerlebnisse zu erzeugen. Bereits ein geringerer Leistungs- und Sozialdruck sowie eine hohe Schülerzentriertheit wirken interesseverstärkend, wie Eder (1992) empirisch belegen konnte. Darüber hinaus sind die Schülerlabore entsprechend ihrer Aufgabe besser ausgestattet und unterliegen nicht schulischen Zwängen wie Lehrplanvorgaben oder einem 45-Minuten-Rhythmus.

Abschließend ist anzumerken, dass einige Wissenschaftler wie Brandt (2005, s. Abschnitt 3.3) und Guderian (Guderian et al., 2005b; Guderian, Priemer & Schön, 2005a, 2006; Guderian, 2007, s. Abschnitt 3.4) hinsichtlich der Interessenförderung durch Schülerlabore skeptisch sind. Sie stützen sich in ihren Argumentationen auf die nur langsam veränderlichen dispositionalen Interessen. Ihre Einwände sind nur insofern berechtigt, als Schülerlabore, wie in der Regel auch Schulen, aus theoretischer Sicht nur aktuelle Interessen erzeugen können. Sie sind eine notwendige Voraussetzung für die langsame und langfristige Ausprägung von dispositionalen Interessen, aber bestenfalls in Einzelfällen wird es aufgrund einer Schülerlaborveranstaltung zu einer radikalen Neuorientierung kommen. Es kann nicht ernsthaft erwartet werden, dass ein mehrstündiger Besuch eines Schülerlabors aus allen Schülern deutlich in-

teressiertere zukünftige Naturwissenschaftler bildet. Aber für die meisten Besucher können die authentischen und lebensweltbezogenen Einblicke in die Wissenschaft einen orientierenden Mosaikstein für die weitere Entwicklung ihrer Interessen darstellen, wie sie Krapp bei Auszubildenden festgestellt hat (s. Abschnitt 2.1.6). Dies wäre schon ein großer Erfolg, der unter Umständen durch mehrmalige Laborbesuche oder eine Integration der Besuche in den Unterricht noch gesteigert werden könnte.

2.2 Das Fähigkeitsselbstkonzept aus Sicht der pädagogischen Psychologie

Psychologie-historisch ist das Selbstkonzept eines der ältesten, aber aktuell immer noch eines der wichtigsten Konstrukte. Allerdings ist die Forschung durch eine Heterogenität unterschiedlicher theoretischer Modelle und Akzentuierungen gekennzeichnet. In einer Metaanalyse von 128 Studien identifizierten Hansford und Hattie (1982) 15 verschiedene Definitionen für das Selbstkonzept. Den gegenwärtig noch nicht erreichten Konsens belegt auch die bestehende babylonische Sprachverwirrung. Unter dem Begriff Selbstkonzept werden Ausdrücke wie Selbstbild, Selbstmodell, Selbst-Schema, Selbst-Theorie, Selbsteinschätzung, Selbstwahrnehmung, Selbstwirksamkeit, Selbstvertrauen, Selbstwertgefühl und Selbstakzeptanz subsumiert (Moschner, 2001).

In dieser Arbeit ist das auf die Naturwissenschaften bezogene Fähigkeitsselbstkonzept von besonderer Bedeutung. Es ist Teil des zumindest für den pädagogisch-psychologischen Bereich weitgehend anerkannten Selbstkonzept-Konstrukts von Shavelson, Hubner und Stanton (1976) mit einer Revision durch Marsh (1986). Eine Vorstellung dieses theoretischen Selbstkonzept-Konstrukts, der Besonderheit des Fähigkeitsselbstkonzepts und seiner Relevanz für den schulischen Bereich sowie für die Schülerlabore erfolgt auf den kommenden Seiten.

2.2.1 Definition des (Fähigkeits-)Selbstkonzepts

Ganz allgemein beschreiben Shavelson et al. das gesamte Selbstkonzept als „a person's perception of himself“ (1976, S. 411). Es umfasst alle individuell gewichteten Bewertungen von Merkmalen, Eigenschaften und Fähigkeiten, die eine Person sich selbst zuschreibt, und ergibt sich durch Interaktionen mit der Umwelt, beispielsweise mit Bezugspersonen. Bei diesem umfassenden Selbstkonzept handelt es sich um die unspezifischste oberste Stufe des von Shavelson et al. aufgestellten hierarchischen Selbstkonzept-Modells (s. Abb. 2.3). Auf der nächst tiefer liegenden Ebene befinden sich das akademische und das nicht-akademische Selbstkonzept.

Das nicht-akademische Selbstkonzept schließt das soziale, emotionale und physische Selbstkonzept ein. Es ist inklusive der zugehörigen Unterstufen für die vorliegende Arbeit nicht von Bedeutung. Das akademische Selbstkonzept ist dagegen von entscheidender Relevanz. Nach Marsh (1986) besteht es aus zwei Teilen, einem

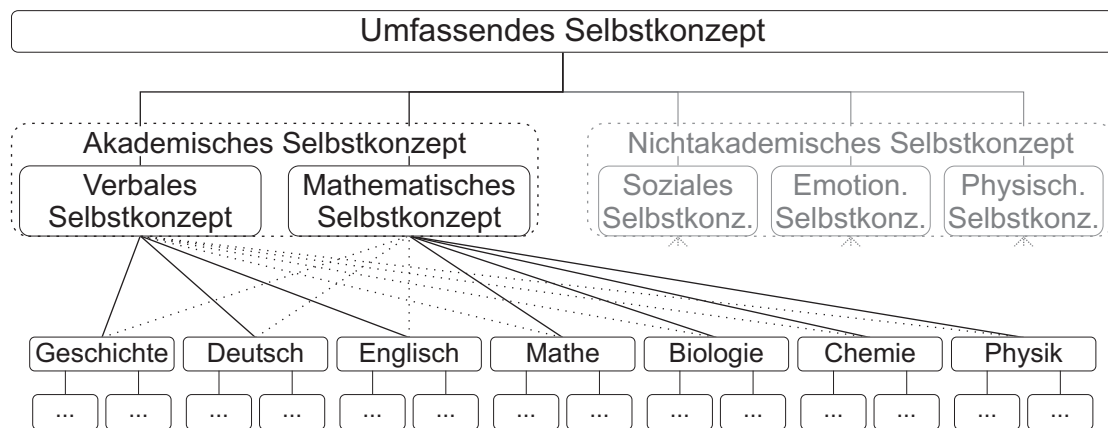


Abb. 2.3: Das hierarchische Selbstkonzept-Modell von Shavelson et al. (1976) in einer Revision durch Marsh (1986).

verbalen und einem mathematischen Bereich³ (s. auch Marsh, Byrne & Shavelson, 1988). Mit jeder weiteren Ebene differenzieren sich die beiden Teile des akademischen Selbstkonzepts zunehmend aus: Von den einzelnen Domänen eine Ebene tiefer, wie in diesem Zusammenhang den Schulfächern, bis hin zu konkreten situationsgebundenen Selbstkonzepten auf der untersten Stufe. Hierin liegt auch einer der entscheidenden Vorteile gegenüber anderen eindimensionalen Selbstkonzept-Modellen. Letztere können unterschiedliche Selbstkonzepte in verschiedenen Domänen nicht adäquat beschreiben.

Aus der hierarchischen Struktur und der Multidimensionalität des Selbstkonzept-Modells von Shavelson et al. (1976) folgen weitere charakteristische Merkmale. Zum einen hängt die Stärke des Zusammenhangs von der Nähe zwischen den Hierarchiestufen ab. Zum anderen nimmt die Stabilität der Selbstkonzepte mit aufsteigender Ebene zu. Um die Multidimensionalität und diese Merkmale zu verdeutlichen hilft folgendes Beispiel: Ein leicht veränderliches Selbstkonzept einer Person bezüglich des Lösen mathematischer Gleichungen bestimmten Typs hat weniger Einfluss auf ihr stabiles umfassendes Selbstkonzept der obersten Stufe, als auf ihr mathematikbezogenes in der dritten Ebene, welches wiederum mit einem anders ausgeprägten Physik-Selbstkonzept auf der gleichen Ebene zusammenhängt. Wobei auch innerhalb einer Ebene Stabilitätsunterschiede zwischen den Selbstkonzepten aufgrund der jeweiligen persönlichen Bedeutsamkeit und Zentralität der Domänen angenommen werden.

Im Rahmen des beschriebenen Selbstkonzept-Modells wird in der pädagogischen Psychologie seit einigen Jahren das Fähigkeitsselbstkonzept, auch Selbstkonzept der

3 Die ursprünglich von Shavelson et al. (1976) nicht vorgenommene Aufteilung des akademischen Selbstkonzepts wurde durch empirische Belege und theoretische Überlegungen notwendig. Studien zeigten zwar einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der verbalen und der mathematischen Leistung (Hansford & Hattie, 1982) und der jeweiligen Leistung mit dem entsprechenden Selbstkonzept (Marsh, 1986, 1990; Köller, Klemmert, Möller & Baumert, 1999). Allerdings korrelierten das verbale und das mathematische Selbstkonzept untereinander kaum. Dies war nicht mit einem einzigen übergreifenden akademischen Selbstkonzept auf zweiter Ebene von oben zu vereinen und führte zur Aufteilung durch Marsh (s. auch Fußnote 4, S. 46).

Begabung genannt, besonders betrachtet. In einer Definition von Dickhäuser, Schöne, Spinath und Stiensmeier-Pelster (basierend auf W. U. Meyer, 1984) handelt es sich dabei um die „Gesamtheit der kognitiven Repräsentationen eigener Fähigkeiten in akademischen Leistungssituationen“ (2002, S. 394). Dadurch grenzt sich das Fähigkeitsselbstkonzept einerseits grundlegend von dem emotional geprägten Teil des Selbstkonzepts ab. Andererseits fokussiert es auf die „Gesamtheit der wahrgenommenen eigenen Begabungen bzw. Fähigkeiten und deren Struktur“ (W. U. Meyer, 1984, S. 20). Die Bedeutung des Fähigkeitsselbstkonzepts für die Persönlichkeit macht Dickhäuser deutlich (2006, S. 5):

„Vorstellungen über die Höhe eigener Fähigkeiten [...] sind ein zentraler Inhalt selbstbezogenen Wissens, weil Personen Fähigkeiten häufig als wichtige Eigenschaften des Selbst empfinden: Man ist in der Regel lieber fähig als unfähig.“

In der gegenwärtigen pädagogisch-psychologischen Forschung liegt das Hauptaugenmerk auf den Fähigkeitsselbstkonzepten bezüglich einzelner Domänen beziehungsweise Schulfächer. Im Modell von Shavelson et al. stellen sie die dritte Ebene dar.

2.2.2 Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten

Seit den Anfängen der Selbstkonzeptforschung gelten die sozialen Erfahrungen einer Person unumstritten als die zentrale Quelle für ihr selbstbezogenes Wissen. Die Annahmen einer Person über die eigenen Attribute, insbesondere die eigenen Fähigkeiten, entstehen einerseits durch explizite Kompetenzrückmeldungen aus dem persönlichen Umfeld (s. Abb. 2.4). Dazu gehören beispielsweise die Benotungen durch die Lehrer oder andere geäußerte Fähigkeitseinschätzungen durch Freunde oder Eltern (Moschner, 2001). Andererseits wird das Fähigkeitsselbstkonzept durch verschiedene Leistungsvergleiche beeinflusst, die von der Person selbst durchgeführt werden. Die beiden bedeutendsten Vergleichsprozesse werden im weitgehend anerkannten, empirisch belegten und in den folgenden Absätzen erläuterten Internal/External Frame of Reference Model (I/E-Modell) von Marsh beschrieben (z.B. Marsh, 1986, 1990; Möller & Köller, 1998, 2001; Köller & Möller, 2000).

Mit dem internalen bzw. dimensionalen Vergleich ist die kontrastierende Einschätzung der Leistungen in verschiedenen Fächern gemeint. Beispielsweise vergleicht ein Schüler seine schlechteren Leistungen in Mathematik mit seinen besseren Leistungen in Deutsch. Das führt zu einer Aufwertung der Deutschleistungen und zu einer Abwertung der Leistungen in Mathematik. Der Nachweis beider Effekte in einem Experiment gelang erstmals Dickhäuser, Seidler und Kölzer (2005). Welcher Effekt überwiegt, ist allerdings auch durch neueste Studien noch nicht vollständig geklärt (s. z.B. Möller & Köller, 2001; Pohlmann, Möller & Streblow, 2006). Es deutet aber einiges darauf hin, dass eher ein stärkerer positiver Effekt aufgrund des Abwärtsvergleichs als ein negativer Effekt durch den Aufwärtsvergleich zu einem Nettogewinn des Fähigkeitsselbstkonzepts führt (Pohlmann et al., 2006).

Bei dem externalen bzw. sozialen Prozess vergleicht eine Person ihre eigene Leistung mit der von vergleichbaren Personen, z.B. Klassenkameraden, in der gleichen

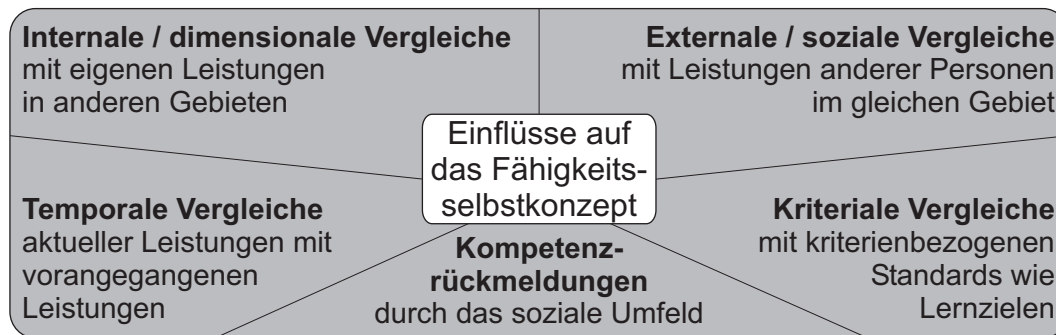


Abb. 2.4: Das Fähigkeitsselbstkonzept wird durch Kompetenzrückmeldungen und eine Reihe von Vergleichsprozessen beeinflusst, wobei die Einflüsse temporaler und kriterialer Vergleiche bisher wenig erforscht sind (s. Text).

Domäne. Dies führt zu dem sogenannten big-fish-little-pond-Effekt, in dem zwei Personen mit identischem Leistungsniveau abhängig von ihrer Vergleichsgruppe unterschiedliche Fähigkeitsselbstkonzepte entwickeln. Der eine Schüler fühlt sich in einer leistungsschwächeren Gruppe vergleichsweise leistungsstark, ähnlich einem großen Fisch in einem kleinen Teich, während sich bei dem anderen in einer leistungsstärkeren Gruppe ein niedrigeres Fähigkeitsselbstkonzept entwickelt⁴. Es existieren zahlreiche Studien, die diesen Effekt belegen (z.B. Marsh & Hau, 2003; Marsh, 2005). Allerdings ist nach wie vor weitgehend unklar, welche Faktoren die Stärke der Einflüsse sozialer und dimensionaler Vergleichsprozesse auf das Fähigkeitsselbstkonzept moderieren (Dickhäuser, 2006).

Neben den von Marsh angeführten Vergleichsprozessen werden in Publikationen gelegentlich noch zwei weitere Referenzrahmen angeführt (z.B. Dickhäuser et al., 2002; Dickhäuser & Rheinberg, 2003; Köller et al., 2006). Nach der Theorie temporaler Vergleiche von Albert (1977) vergleicht eine Person ihre aktuellen Leistungen mit früheren und erhält auf diese Weise direkte Informationen über Leistungsänderungen. Eine Leistungssteigerung bewirkt demnach einen Anstieg, ein Leistungsabfall ein Absinken des Fähigkeitsselbstkonzepts. Der vierte Referenzrahmen bezieht sich auf kriterienbezogene Standards. Hier schätzt eine Person die Höhe ihrer eigenen Fähigkeiten durch einen Vergleich mit objektiven Kriterien, beispielsweise in Form von Lernzielen, ein. Allerdings fokussiert die pädagogisch-psychologische Forschung wesentlich stärker auf die sozialen und dimensionalen Vergleiche, so dass die Einflüsse temporaler und kriterialer Vergleiche im schulischen Bereich kaum erforscht sind.

4 Bezugnehmend auf Fußnote 3, S. 44: Der überraschend geringe Zusammenhang zwischen dem verbalen und dem mathematischen Selbstkonzept trotz starker Korrelation der entsprechenden Leistungen führte zu der Entwicklung des I/E-Modells und konnte damit erklärt werden. Infolge sozialer Vergleiche hat die jeweilige Leistung einen positiven Zusammenhang mit dem jeweiligen Selbstkonzept. Dies alleine führt zu einer ebenfalls positiven Korrelation zwischen den Selbstkonzepten. Infolge dimensionaler Vergleiche hat jeweils die Leistung in der einen Domäne einen negativen Zusammenhang mit dem Selbstkonzept in der anderen Domäne. Dies alleine verursacht eine negative Korrelation zwischen den Selbstkonzepten und führt insgesamt zu der annähernden Nullkorrelation (Marsh, 1986).

2.2.3 Ontogenetische Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten

Die ontogenetische Entwicklung des Selbstkonzepts hängt einerseits von den kognitiven Fähigkeiten ab. Mit steigendem Alter wird das Selbstkonzept zunehmend differenzierter, abstrakter und situationsunabhängiger. Seine Bestandteile entwickeln sich von konkreten situationsgebundenen Verhaltensbeschreibungen in der frühen Kindheit über die Ausprägung von individuellen Charaktermerkmalen im mittleren Kindesalter bis hin zu abstrakten Konstrukten bei Erwachsenen. Andererseits hängt die Entwicklung von Selbstkonzepten stark von der individuellen Umwelt und den Bezugsgruppen ab. Insofern verwundert es nicht, dass bei der ontogenetischen Entwicklung der Selbstkonzepte den wichtigsten Bezugspersonen in dem jeweiligen Alter eine besondere Bedeutung zukommt (Moschner, 2001).

Für Kinder sind hauptsächlich die Eltern die Quelle selbstbezogener Informationen. Aber schon in der frühen Adoleszenzphase erhält die Gruppe der gleichaltrigen Bezugspersonen eine ähnlich hohe Relevanz. Das Selbstkonzept von Studierenden resultiert überwiegend aus den sozialen Rückmeldungen der Kommilitonen, und bei Erwachsenen sind die Arbeitskollegen entscheidend (vgl. Harter, 1996). Nicht bei Moschner erwähnt sind Kindergärtner, Lehrer, Vorgesetzte etc., die unzweifelhaft durch ihre Kompetenzrückmeldungen ebenfalls einen Einfluss insbesondere auf das Fähigkeitsselbstkonzept ausüben.

Der Zusammenhang zwischen Fähigkeitsselbstkonzept und schulischen Leistungen variiert im Rahmen der Schullaufbahn. Junge Kinder neigen in den ersten Schuljahren zu einer Überschätzung ihrer Kompetenzen. Gegen Ende der Grundschule gleichen sich die Fähigkeitseinschätzungen zunehmend an die Leistungsbeurteilungen durch die Lehrer an (vgl. Helmke, 1998). In der Adoleszenzphase stabilisieren sich die fachspezifischen und lernbereichsspezifischen Fähigkeitsselbstkonzepte. Gleichzeitig differenzieren sie sich zunehmend aus (Fend & Stöckli, 1997). Empirische Studien (z.B. D. H. Rost & Sparfeldt, 2002) belegen bereits gegen Ende der Mittelstufe eine klare Trennung zwischen den verschiedenen fachbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepten.

2.2.4 Bedeutung des Fähigkeitsselbstkonzepts für die Schule

In der pädagogischen Psychologie gelten Fähigkeitsselbstkonzepte als bedeutsame Schülermerkmale, die das Lern- und Leistungsverhalten wesentlich beeinflussen (z.B. Moschner, 2001). Ein Zusammenhang zwischen dem Fähigkeitsselbstkonzept und der Leistung ist durch zahlreiche Studien belegt. Er wächst mit zunehmender Spezifität. Wenn sich beide Aspekte auf einen fachspezifischen Bereich beschränken, ist die Korrelation am höchsten (z.B. Dickhäuser et al., 2002). Umstritten war dagegen lange Zeit die Frage nach der Richtung des Zusammenhangs, also welcher Aspekt den anderen beeinflusst.

Nach den im Abschnitt 2.2.2 aufgeführten Vergleichsprozessen ist das Fähigkeitsselbstkonzept ein Resultat vorangegangener Leistung und kumulierter Erfahrungen. Dieser sogenannte skill-development-Effekt ist unter anderem von Marsh und Hau (2003) durch eine große Studie basierend auf den Daten der Pisa-Erhebung belegt. Umgekehrt beeinflusst das Fähigkeitsselbstkonzept aber auch die nachfolgenden

Leistungen. Beispielsweise führt ein durch Misserfolg gesunkenes Fähigkeitsselbstkonzept zu Leistungsdefiziten bei Intelligenz- und Konzentrationstests (Eckert, Schilling & Stiensmeier-Pelster, 2006). Diese Wirkungsrichtung wird als self-enhancement-Effekt bezeichnet.

Die Vereinigung des skill-development- und des self-enhancement-Effekts erfolgte durch das reciprocal-effect-Modell von Helmke (1992). Es gilt seit einer Metaanalyse von Valentine, DuBois und Cooper (2004) als hinreichend belegt, obwohl sich zum Teil deutliche Unterschiede in der Größe der Effekte zeigten. Das Fähigkeitsselbstkonzept beeinflusst die Leistung in geringerem Maße als umgekehrt. Dennoch wird dem Fähigkeitsselbstkonzept in der pädagogisch-psychologischen Forschung eine große Bedeutung für den schulischen Bereich zugeschrieben.

Unstrittig ist der über motivationale Variablen vermittelte positive oder negative Einfluss des Fähigkeitsselbstkonzepts auf die Lernprozesse (s. z.B. Köller & Möller, 2000). Beispielsweise suchen nach Eckert et al. (2006) Personen mit einem niedrigen Fähigkeitsselbstkonzept die Ursachen für einen Misserfolg häufig in stabilen, übergeordneten und von ihnen nur schwer beeinflussbaren Faktoren, z.B. in ihren mangelnden Fähigkeiten. Entsprechend sinken die Erfolgserwartungen, reduzieren sich die Anstrengungen und verschlechtern sich evtl. die Leistungen. Ein Gefühl der Hilflosigkeit kann entstehen. Dagegen suchen Personen mit einem hohen Fähigkeitsselbstkonzept die Ursache für einen Misserfolg häufig in instabilen und von ihnen beeinflussbaren Faktoren, z.B. in mangelnder Anstrengung. Sie bleiben erfolgsoptimistisch, motiviert und zeigen wahrscheinlich weiterhin gute Leistungen.

Im schulischen Bereich und darüber hinaus sind das Fähigkeitsselbstkonzept und das Interesse bedeutsam für den Werdegang der Schüler. Das Interesse und das Selbstkonzept in der 10. Klasse hat nicht nur einen signifikanten Einfluss auf die Leistungen im 12. Jahrgang (Köller et al., 2006). Mehrere Studien zeigten, dass beide Aspekte für die Kurswahlen in der Oberstufe eine größere Bedeutung haben als die Schulnote (z.B. Marsh & Yeung, 1997; Köller, Daniels, Schnabel & Baumert, 2000; Köller et al., 2006). Dabei steuern sie nicht nur das Wahlverhalten im selben Fach. Sie beeinflussen auch die Wahl der anderen Fächer (Köller, Daniels et al., 2000). Unter Berücksichtigung des engen Zusammenhangs zwischen Kurswahlen und Studienfachwahlen (z.B. Schnabel & Gruehn, 2000) wird somit die Bedeutung der Fähigkeitsselbstkonzepte und Interessen der Schüler für ihr Berufsleben deutlich.

Nach der aktuellen PISA-Studie bescheinigen sich die 15jährigen Jugendlichen in Deutschland im internationalen Vergleich höhere Fähigkeiten im Bereich der Naturwissenschaften. Allerdings gilt das in erster Linie für die männlichen Schüler, die weiblichen äußern sich wesentlich zurückhaltender (Prenzel et al., 2007). Besonders deutlich sind die Entwicklungsunterschiede bei den 'harten' Disziplinen. Bezüglich der Physik sinkt das Fähigkeitsselbstkonzept der jungen Frauen von der 7. bis zur 10. Klasse, während es im gleichen Zeitraum bei den jungen Männern ansteigt (Hoffmann, 2002). Es bildet sich wie bei der Entwicklung der Interessen an der Physik ein 'gender-gap'.

Eine mögliche und erst seit dem Ende des letzten Jahrhunderts unter dem Oberbegriff „stereotype threat“ tiefgehend untersuchte Ursache sind gesellschaftliche Vorurteile. Sie betreffen Gruppen von Menschen in Verbindung mit Tätigkeiten, über

die ein Stereotyp existiert, unabhängig davon, ob die betroffenen Personen es für zutreffend halten (Steele, Spencer & Aronson, 2002). Einerseits wirken die Vorurteile beispielsweise von Lehrern durch voreingenommene Kompetenzrückmeldungen auf das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler. Andererseits tritt nach Steele und Aronson (1995) ein zusätzlicher Leistungsdruck bei Personen auf, wenn sie befürchten, durch ein Stereotyp negativ beurteilt zu werden und sie dem unbedingt entgegenwirken wollen. Mögliche Folgen im Sinne einer selbsterfüllenden Prophezeiung sind eine Beeinträchtigung der kognitiven Prozesse und eine Verminderung der Leistung. Nachgewiesen wurden diese Effekte in den USA beispielsweise bei ethnischen Minderheiten bezüglich der Intelligenz oder bei Frauen in Bezug auf die mathematischen Fähigkeiten (Steele & Aronson, 1995; Oswald & Harvey, 2001; Quinn & Spencer, 2001). Die Verminderung der Leistung aufgrund des zusätzlichen Leistungsdrucks kann bei mehrfachem Auftreten über längere Sicht zu einer Abnahme der Fähigkeitsselbstkonzepte und der Interessen auf dem betreffenden Gebiet führen (s.o.). Insofern ist die Vermutung naheliegend, dass das in Deutschland verbreitete Stereotyp 'Frauen und Technik / Physik' mitverantwortlich ist für das von Hoffmann (2002) belegte Absinken der Fähigkeitsselbstkonzepte bei weiblichen Schülern.

2.2.5 Fähigkeitsselbstkonzept und Schülerlabore

Kann ein eintägiger Besuch eines Schülerlabors theoretisch einen negativen oder positiven Einfluss auf das Fähigkeitsselbstkonzept der Besucher haben? Es gibt dort keine expliziten Leistungsrückmeldungen beispielsweise in Form von individuellen Noten, die bei einem Schüler zu sozialen wie dimensional Vergleichen nach dem I/E-Modell von Marsh führen und damit eine Revision des eigenen Fähigkeitsselbstkonzepts bewirken (s. Abschnitt 2.2.2). Andererseits sind Leistungen nicht nur durch Noten wahrnehmbar, sondern auch durch andersartige Kompetenzrückmeldungen oder durch eine erfolgreiche Bewältigung von Herausforderungen.

Die Schüler stehen in einem Schülerlabor vor großen Herausforderungen. In einer unbekanntem Umgebung mit unbekanntem Betreuern sollen sie häufig mit unbekanntem Geräten aufwendige Experimente, auf die sie in der Regel kaum vorbereitet sind (s. z.B. Engeln, 2004), möglichst eigenständig durchführen und Erklärungen für die Ergebnisse finden. Die Gefahr von Misserfolgserlebnissen ist theoretisch hoch und diese könnten sich durchaus nachteilig auf das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler auswirken. Allerdings argumentiert Dweck (1999), dass negative Auswirkungen nur in einer Leistungszielorientierung auftreten. Damit sind Umstände gemeint, die als Testsituation wahrgenommen werden, in der die eigenen Fähigkeiten demonstriert bzw. kaschiert werden müssen. Misserfolge in einer Lernzielorientierung, deren Ziel der Erwerb neuer Fähigkeiten und Kompetenzen ist, werden auf mangelnde Anstrengungen oder andere instabile und von dem Schüler beeinflussbare Ursachen zurückgeführt. Sie bewirken demnach kein Absinken des Fähigkeitsselbstkonzepts. Diese Überlegungen Dwecks ließen sich durch mehrere Studien bestätigen (s. z.B. Stiensmeier-Pelster, Balke & Schlangen, 1996; Spinath & Stiensmeier-Pelster, 2003; Eckert et al., 2006). Folglich können die Fähigkeitsselbstkonzepte in einem Schülerlabor, in dem die Schüler aufgrund fehlender schulrelevanter Bewertungen in erster

Linie nicht einer Leistungszielorientierung ausgesetzt sind, kaum geschwächt werden. Bleibt noch die Frage zu klären, ob Schülerlabore die Fähigkeitsselbstkonzepte der Schüler theoretisch fördern können.

Ein Meistern der Herausforderungen durch die Schüler ermöglicht zwar mangels Vergleichsinformationen über das Abschneiden der Schüler in den anderen Experimentiergruppen nur selten einen externalen bzw. sozialen Vergleich im Sinne von Marsh. Internale Vergleiche besonders in Form einer Mischung aus einem dimensionalen und einem temporalen Vergleich sind dagegen theoretisch möglich. Die Schüler können ihre Leistungen im Schülerlabor ihren vergangenen und gegenwärtigen Leistung im Schulunterricht in der gleichen Disziplin gegenüberstellen und so unter Umständen ihr Fähigkeitsselbstkonzept nach oben revidieren. Zusätzlich gibt es noch die Möglichkeit kriterialer Vergleiche mit den vorgegebenen Lernzielen. Diese haben die Schüler erreicht, wenn es ihnen gelungen ist, die im Labor gestellten Aufgaben erfolgreich zu bearbeiten.

Neben den indirekten Wirkungen auf das Fähigkeitsselbstkonzept durch die Vergleichsprozesse existieren auch direkte Einflüsse. Wie ebenfalls im Abschnitt 2.2.2 erwähnt, sind die sozialen Erfahrungen eine zentrale Quelle selbstbezogenen Wissens. Haben die Schüler die Herausforderungen bewältigt und wird dies zusätzlich durch entsprechende Rückmeldungen der Betreuer bestätigt, bewirkt dies ein Kompetenzerleben. Das führt zu einer höheren Erfolgszuversicht und zu motivationsdienlichen Attributionen bezüglich der eigenen Leistungsfähigkeit und damit zu einem steigenden Fähigkeitsselbstkonzept. Studien über sogenannte Reattributionstrainings belegen die positiven Wirkungen eines sinnvollen Feedbacks (s. z.B. Rheinberg & Krug, 1999; Dresel, 2004; Dresel & Ziegler, 2006).

Zusammengenommen gibt es also theoretisch die Möglichkeit, durch den Besuch eines Schülerlabors das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler eher positiv zu beeinflussen als negativ. Das gilt insbesondere für die am wenigsten stabile situationsspezifischste unterste Ebene im hierarchischen Selbstkonzept-Modell von Shavelson et al. (1976). Ob es auch für die nächsthöhere Ebene der domänenspezifischen Selbstkonzepte gilt, versucht diese Arbeit zu klären.

3 SCHÜLERLABORE AUS EMPIRISCHER SICHT - VERÖFFENTLICHTE STUDIEN

Seit dem Beginn dieses Jahrhunderts dienen Schülerlabore einerseits als Forschungsfeld für schülerlabor-unabhängige pädagogisch-psychologische Fragestellungen, andererseits werden die Labore selbst in ihrer Wirksamkeit systematisch untersucht. Neben einigen qualitativen Erhebungen (z.B. Herzer & Toprak, 2001; Oesterling & Toprak, 2002; Ebach, Jesse & Sander, 2005), bei denen in erster Linie die Bewertungen der Labore durch die Schüler im Vordergrund stehen, sind bereits fünf ausführliche Studien über Schülerlabore in Form von Dissertationen fertig gestellt. Es handelt sich um folgende Arbeiten:

- Katrin Engeln (2004): *Schülerlabors: authentische aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken.*
- Franz-Josef Scharfenberg (2005): *Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse.*
- Alexander Brandt (2005): *Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors.*
- Pascal Guderian (2007): *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik.*
- Ingrid Glowinski (2007): *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen.*

Diese Untersuchungen mit ihren Fragestellungen, Methoden, Stichproben und den wesentlichen Ergebnissen werden im Folgenden in chronologischer Reihenfolge kurz vorgestellt. Einen Überblick über die Schwerpunkte, die erhobenen Variablen sowie die Untersuchungsmethoden und -designs vermitteln die Tabellen 3.1 und 3.2.

3.1 Engeln über Interesse und interesselördernde Faktoren

Zentrale Fragestellung. Im Mittelpunkt der Arbeit von Engeln stehen die Fragen, inwieweit Schülerlabore das Potential haben, Interesse an den Naturwissenschaften zu wecken und nachhaltig zu fördern, sowie welche Faktoren daran maßgeblich beteiligt sind. Dabei bezieht sich die Autorin auf die im Abschnitt 2.1 vorgestellte „person-object theory of interest“ der ‘Münchner Gruppe’ um Schiefele, Krapp und Prenzel, indem sie die Auswirkungen eines Laborbesuchs auf die emotionale, wertbezogene und epistemische Komponente des aktuellen Interesses der Schüler untersucht.

Engeln (2004)

Schwerpunkt: Interesse, interesselördernde Faktoren

Erh. Variablen: Sachinteresse¹, Selbstkonzept¹, Fachinteresse^{2u}, Authentizität^L, Herausforderung^L, Offenheit^L, Verständlichkeit^L, Zusammenarbeit^L, aktuelles Interesse^L (emotional, wertbezogen, epistemisch)

Scharfenberg (2005)

Schwerpunkt: Akzeptanz, Wissenserwerb, Interesse

Erh. Variablen: Experimentiererfahrung¹ (Schüler-, Vorführexp.), schulischer Leistungsstand³, Vorwissen³, Akzeptanz^L (affektive Bewertung, Bewertung des instrumentellen Handelns), Wissenserwerb^{3L}, epistemisches Interesse^{3L} (Anwendung der Gentechnik am Menschen, Anwendung der grünen Gentechnik, ethische Aspekte)

Brandt (2005)

Schwerpunkt: Motivation

Erh. Variablen: Freizeitinteresse⁴, Faszination⁴, Selbstkonzept⁴, Geschlechterstereotype⁴, Sachinteresse^{4u} (Inhalte, Zusammenhänge, Tätigkeiten), Relevanz der Inhalte^{4u}, Motivation^{4u} (in-, extrinsisch), Freude^{4u}, Gefallen^L, Verständnis Lehrkraft^L, Motivation^L (in-, extrinsisch), Relevanz der Inhalte^L, Kleingruppenarbeit^L, Erklärung Hilfskräfte^L, Disziplin^L, Selbstkonzept^L, Eigenständigkeit^L

Guderian (2007)

Schwerpunkt: Interesse bei öfteren Laborbesuchen, Unterrichtseinbindung

Erh. Variablen: Sachinteresse², aktuelles Interesse^L (emotional, wertbezogen, epistemisch), Einbindung in den Unterricht

Glowinski (2007)

Schwerpunkt: Interesse, Wissenserwerb, Unterrichtseinbindung

Erh. Variablen: Sachinteresse¹; Selbstkonzept¹, Einbindung in den Unterricht (Vor- und Nachbereitung), aktuelles Interesse^L (Kontexte, Authentizität, Experimentieren), epistemisches Interesse^{3L} bzw. subjektiver Wissenserwerb^{3L} (allgemein, Experimente, Laborarbeit, Grundlagen - nur bei Wissenserw.); basic needs^L (soziale Eingebundenheit, Autonomie-, Kompetenzerleben), Einblick in die Forschung^L, Instruktionsqualität^L

Tab. 3.1: Überblick I über die Schwerpunkte und erhobenen Variablen der bisherigen Wirksamkeitsuntersuchungen von Schülerlaboren. Die Variablen sind bezogen auf ¹Naturwissenschaften, ²Physik, ³Biologie/Gentechnik, ⁴Chemie, ^uFachunterricht und die untersuchten ^LSchülerlabore. Nicht aufgeführt sind die zum Teil von allen erhobenen soziodemografischen Variablen wie Alter und Geschlecht.

Autor / Disziplin	Jg. / Kurs	N _L	N _B	T1 / T2 / T3	N _{S,VG} / N _{S,KG}
Engeln (2004) Physik / Chemie	9 - 10	5	1	- / ✓ / ✓	265 / -
Scharfenberg (2005) Biologie	Bio-Lk	1	1	✓ / ✓ / ✓	146 / 72;83;36
Brandt (2005) Chemie	7 - 8	1	1	✓ / ✓ / ✓	272 / 222
Guderian (2007) Physik	5 8	1	3	✓ / ✓ / ✓	46 / - 37 / 10
Glowinski (2007) Biologie	Bio-Lk/Gk	2	1	- / ✓ / ✓	286 / -

Tab. 3.2: Überblick II über die bisherigen Wirksamkeitsuntersuchungen von Schülerlaboren (Jg. = Schuljahrgang, N_L = Anzahl untersuchter Labore/Angebote, N_B = Anzahl der Besuche im Labor, T1/T2/T3 = pre/post/follow-up-Test, N_S = (Mindest-)Anzahl der befragten Schüler (VG = Versuchsgruppe, KG = Kontrollgruppe), Lk = Leistungskurs, Gk = Grundkurs).

Als Einflussfaktoren auf das aktuelle Interesse identifiziert Engeln aufgrund theoretischer Überlegungen sowohl personenbezogene als auch laborbezogene Größen. Zu den personenbezogenen gehören neben dem Geschlecht und dem naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept (s. Abschnitt 2.2) das allgemeine Interesse an den Naturwissenschaften (Sachinteresse) und das Interesse am Unterrichtsfach Physik (Fachinteresse) als Bestandteile des dispositionalen Interesses der Schüler. Die laborbezogenen Faktoren, wie die bei der Arbeit im Schülerlabor gegebene Größe der Herausforderung, Qualität der Zusammenarbeit, Authentizität, Verständlichkeit und Offenheit (s. Abschnitt 1.4), werden von den Schülern bestimmt und daher auch als wahrgenommene Merkmale der Schülerlabore bezeichnet.

Untersuchte Labore. Bei den vier Schülerlaboren handelt es sich erstens um das DLR_School_Lab des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Göttingen mit seinen Experimenten zu den Themenbereichen Kräfte, Strömungen, Wirbel, Schwingungen und Messtechnik. Dieses Labor ist auch Bestandteil der vorliegenden Untersuchung und wird im Abschnitt 5.1.2 genauer vorgestellt. Bei dem zweiten Labor handelt es sich um das Quantensprung der GKSS (ursprünglich: Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt) in Geesthacht mit seinen Experimenten zur Stromerzeugung insbesondere mit der Brennstoffzelle. Das dritte Labor ist physik.begreifen@desy.de des Deutschen Elektronen Synchrotrons (DESY) in Hamburg. Hier wurden die beiden Angebote Radioaktivität und Vakuum untersucht. Bei dem vierten und letzten Labor handelt es sich um das teutolab-Chemie¹ an der chemischen Fakultät der Universität Bielefeld. Mit seinen Experimenten aus dem che-

¹ Mittlerweile existiert auch jeweils ein teutolab für Physik und Mathematik an den entsprechenden Fakultäten.

mischen und physikalisch-chemischen Bereich zu den Themen Naturstoffe, Produkte der Chemie sowie Energie und Umwelt ist es das einzige nicht rein physikalische Schülerlabor der Untersuchung.

Untersuchungsmethode. Die Untersuchung der fünf verschiedenen Angebote erfolgte durch eine zweimalige Befragung der teilnehmenden Schüler mit Fragebögen. Die erste Befragung fand direkt im Anschluss der Veranstaltung in den Räumen des Schülerlabors statt. Die zweite Befragung erfolgte etwa 12 Wochen später innerhalb des Schulunterrichts durch den Fachlehrer. Auf die Durchführung eines Prä-Tests vor dem Laborbesuch wurde verzichtet. Dieses Vorgehen wird von Engeln auch dadurch gerechtfertigt, dass es sich bei den nach dem Laborbesuch erhobenen personenbezogenen Variablen um

„[...] Dispositionen handelt, auf die ein mehrstündiger Besuch eines Schülerlabors in der Regel keine Wirkung hat.“ (Engeln, 2004, S. 72)

Stichprobe. Zu jedem der fünf untersuchten Schülerlabor-Angebote wurden drei Klassen der Jahrgangsstufen 9 und 10 befragt. Von den insgesamt 15 Klassen mit 334 Schülern ($\sigma=155$, $\varphi=177$, o.A.=2), die an der ersten Befragung teilnahmen, haben 265 Schüler ($\sigma=125$, $\varphi=140$) oder 79% aus 14 Klassen auch den zweiten Fragebogen ausgefüllt. Abgesehen von einer Realschul- und einer Gesamtschulklasse sowie einem gymnasialen Wahlpflichtkurs handelte es sich bei den befragten Gruppen um gymnasiale Klassenverbände.

Wesentliche Ergebnisse. Die Daten zum aktuellen Interesse zeigen, dass der Besuch eines der untersuchten Schülerlabore den meisten Schülern Spaß bringt und von vielen als persönlich bedeutsam eingeschätzt wird. Einige wollen sich auch zukünftig weiter mit dem im Labor behandelten Thema beschäftigen. Die Veränderungen zwischen den beiden Befragungen sind jeweils statistisch signifikant, wobei die wertbezogene Komponente ansteigt, während die Emotionen und die persönliche Bedeutsamkeit etwas verblasen.

Der Einfluss der personenbezogenen Variablen auf das aktuelle Interesse ist unterschiedlich. Das Geschlecht hat keine Bedeutung. Bei allen drei Komponenten sind keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Schülern nachweisbar. Insofern gelingt es den untersuchten Schülerlaboren im Gegensatz zum konventionellen Physikunterricht, beide Geschlechter gleichermaßen anzusprechen. Von den anderen personenbezogenen Größen hat das Sachinteresse den größten Einfluss auf das aktuelle Interesse. Es wirkt als einziger Faktor auf alle drei Komponenten.

Die Herausforderung hat als einzige der fünf untersuchten Labormerkmale einen relevanten Einfluss auf alle drei Komponenten des aktuellen Interesses. Für die emotionale Komponente sind noch die Verständlichkeit und die Offenheit relevant, für die wertbezogene die Authentizität. Die Zusammenarbeit hat keinen Einfluss auf das aktuelle Interesse.

Ein Vergleich der Schülerlabore zeigt vor allem Unterschiede in der Wirkung auf das aktuelle Interesse von Schülern mit niedrigem Sachinteresse. Für diese Gruppe ist insbesondere die Verständlichkeit von Bedeutung.

Auf deskriptiver Ebene bestätigt sich die positive Wahrnehmung der Schülerlabore durch die Schüler. Über 65% bewerten das Labor im Anschluss an den Besuch mit „gut“ oder besser und über 70% würden das Labor gerne ein weiteres Mal besuchen. Aus den Antworten auf die offene Frage, was den Schülern am besten gefallen hat, wird die zentrale Bedeutung der Experimente deutlich. Die Daten belegen aber auch, dass der Laborbesuch in den seltensten Fällen im Unterricht vorbereitet und kaum nachbereitet wird.

3.2 Scharfenberg über Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse

Zentrale Fragestellung. Diese Studie untersucht hauptsächlich drei Fragen. Zum Ersten: Welche Akzeptanz erreicht das Schülerlabor bei den Schülern und welche Faktoren spielen dabei eine Rolle? Unter Akzeptanz wird hier mit Bezug auf Lucke (1995) verstanden, ob die Schüler dem Schülerlabor verstandesgemäß und emotional zugeneigt sind, ob sie den konkreten Unterrichtsebenen uneingeschränkt zustimmen und diese vorbehaltlos billigen sowie ob sie mit den angeführten Argumenten zur Gentechnik hinsichtlich ihrer Legitimität übereinstimmen. Die zweite Fragestellung lautet: Welchen Einfluss besitzt das Experimentieren im Schülerlabor auf den Wissenserwerb? Als Grundlage für die Überprüfung dienen die Feinziele, die sich auf konkrete einzelne Lernschritte beziehen, z.B. ob ein Schüler etwas definieren oder erläutern kann. Diese Feinziele lassen sich zum einen noch nach den vier unterschiedlichen kognitiven Anforderungsniveaus Reproduktion, Reorganisation, Transfer und Problemlösen unterscheiden. Zum anderen wird differenziert, ob die Fähigkeit auf Vorwissen oder auf neuem Wissen aufgrund der Schülerlaborveranstaltung basiert. Mit der dritten Fragestellung wird untersucht, welche Interessenänderungen durch das Experimentieren im Labor ausgelöst werden. Wobei hier nur die wissensbezogene epistemische Komponente des aktuellen Interesses im Sinne der 'Münchener Gruppe' (s. Abschnitt 2.1) gemeint ist.

Untersuchtes Labor. Bei dem untersuchten Demonstrationslabor Bio-/Gentechnik handelt es sich eigentlich um einen Praktikumsraum der Universität Bayreuth, der zur Ausbildung von Studenten dient. Als Schülerlabor wird der Raum unter der Leitung des Lehrstuhls für die Didaktik der Biologie mit Arbeitsplätzen für fünf Gruppen betrieben. Sie ermöglichen bis zu 20 Schülern ein experimentelles Arbeiten. Das hierfür genutzte Inventar gehört zum üblichen Forschungsbedarf in der Molekularbiologie. Insofern handelt es sich um ein kleines, aber authentisches Schülerlabor.

Untersuchungsmethode. Für diese Untersuchung wurde im Rahmen des Demonstrationslabors ein neues, in einen ca. 90minütigen begleitenden Unterricht eingebettetes Experimentalangebot zu zentralen Aspekten und Methoden der Gentechnik entwickelt und untersucht. Das dabei angewandte Kontrollgruppendesign unterscheidet vier verschiedene Gruppen. Die Untersuchungsgruppe absolvierte die Intervention mit dem experimentellen Modul im Schülerlabor. Eine erste Kontrollgruppe erhielt den begleitenden Unterricht ohne die Experimente im Labor, die zweite das gleiche nicht-experimentelle Programm in der Schule. Diese Aufteilung erlaubt einerseits einen

Vergleich zwischen Schülerlabor mit und ohne Experimente sowie andererseits einen Vergleich Schülerlabor versus Schule. Um den Einfluss der Lehrperson konstant zu halten, führte immer der Versuchsleiter den Unterricht durch. Bei einer dritten Kontrollgruppe erfolgte keinerlei Intervention. Sie diente zur Identifikation von Effekten, die durch eine mehrmalige Befragung entstehen können.

Die Datenerhebung erfolgte bei allen Gruppen mit Fragebögen in einem pre/post/follow-up-Design, wobei bei den ersten drei Gruppen die erste Befragung eine Woche vor der Intervention, die zweite direkt im Anschluss und die abschließende sechs Wochen später stattfand. Die Befragung der vierten Gruppe verlief in gleichen zeitlichen Abständen ohne Intervention.

Stichprobe. An der Vor- und Hauptuntersuchung, die teilweise gemeinsam ausgewertet wurden, nahmen insgesamt 486 Gymnasiasten aus 31 Biologie-Leistungskursen der 12. Jahrgangsstufe teil. Für den Vergleich zwischen den einzelnen Untersuchungsgruppen konnten aus beiden Studien 337 Fälle bzw. 69% aller befragten Personen berücksichtigt werden. Davon gehören 146 ($\sigma=44$, $\varphi=102$) zur Untersuchungsgruppe (Labor mit Experimenten), 72 ($\sigma=17$, $\varphi=55$) zur ersten Kontrollgruppe (Labor ohne Experimente), 83 ($\sigma=15$, $\varphi=68$) zur zweiten (Schule ohne Experimente) und 36 ($\sigma=5$, $\varphi=31$) zur dritten (keinerlei Intervention).

Wesentliche Ergebnisse. Die Akzeptanz der Untersuchungsgruppe ist sowohl im Anschluss an den Besuch als auch sechs Wochen nach dem Besuch signifikant höher als bei den Kontrollgruppen ohne dem Experimentieren im Labor bzw. in der Schule. Zwischen den beiden Kontrollgruppen gibt es kurz nach der Veranstaltung noch keine Unterschiede. Sechs Wochen später liegt die Akzeptanz der Labor-Kontrollgruppe signifikant tiefer. Diese Schüler fühlten sich rückblickend häufiger überfordert, wie die Antworten auf eine Frage nach dem, was nicht gefallen hat, zeigen. Signifikante Einflüsse beispielsweise des Geschlechts oder der unterrichtlichen Experimentiererfahrung der Schüler lassen sich nicht feststellen. Zusammengefasst zeigt sich, dass nicht die fremde Schülerlaborumgebung alleine die Akzeptanz fördert, sondern nur das Zusammenspiel mit der Experimentiermöglichkeit.

Die Schüler aus allen drei Unterrichtsgruppen lernen etwas dazu. Ein Teil des neu erworbenen Wissens bleibt bestehen, ein Teil wird wieder vergessen. Für den Wissenszuwachs und die Behaltensleistung sind keine Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Höhe des erreichten Wissens ist der Lernerfolg der Untersuchungsgruppe signifikant höher als bei der Schul-Kontrollgruppe. Allerdings vergessen sie auch mehr, so dass sich alle Gruppen beim Lernerfolg nach sechs Wochen nicht unterscheiden. Das ist ein weiterer Beleg für eine erforderliche Integration der Veranstaltung in den Unterricht. Sie sollte schon im Vorwege stattfinden, um eine Aktualisierung des Vorwissens im Labor zu ermöglichen.

Das epistemische Interesse der Schüler, insbesondere der Mädchen, an gentechnischen Fragestellungen ist hoch. Dies gilt für das Interesse über Anwendungen der Gentechnik beim Menschen, gefolgt von ethischen Aspekten und der grünen Gentechnik. Während bei den weiblichen Schülern der Untersuchungsgruppe das ge-

samte Interesse kurz- und langfristig signifikant abnimmt, bleibt es bei den weiblichen Schülern der Kontrollgruppen genauso wie bei den männlichen stabil.

3.3 Brandt über Motivation

Zentrale Fragestellung. Neben der allgemeinen Bewertung des auch von Engeln untersuchten Schülerlabors teutolab-Chemie (s. S. 53) stehen in dieser Arbeit zwei zentrale Fragen im Vordergrund: Gibt es einen Einfluss des Schülerlabors auf die Motivation und das Interesse der Schüler, und leistet es einen Beitrag zum Abbau der Motivations- und Interessenunterschiede zwischen Jungen und Mädchen?

Die theoretische Grundlage bildet der subjektive Aufgabenwert, der neben der Erfolgserwartung ein Teilbereich der komplexen Erweiterten-Erwartungs-Wert-Theorie der Leistungsmotivation von Eccles darstellt (s. z.B. Eccles & Wigfield, 2002). Der subjektive Aufgabenwert ist abhängig davon, ob eine Aufgabe als persönlich wichtig und zur Zielerreichung nützlich angesehen wird, sowie ob sie Spaß bringt und möglichst wenig Aufwand verursacht. Er wird zum einen über affektive Erinnerungen des Schülers an vergangene Leistungserlebnisse beeinflusst, zum anderen durch die im Laufe der Sozialisation erworbenen Ziele und Selbstschemata. Dem Modell von Brandt zufolge soll der Besuch des Schülerlabors einerseits insbesondere über die persönliche Aufgabenwichtigkeit direkt auf den subjektiven Aufgabenwert wirken, andererseits das Selbstkonzept der Schüler verändern, welches wiederum den Aufgabenwert und die Erfolgserwartung beeinflusst.

Untersuchungsmethode. Es handelt sich bei dieser Untersuchung um eine Fragebogenstudie in einem pre/post/follow-up-Design mit Kontrollgruppenvergleich. Alle Befragungen fanden während des Schulunterrichts statt. Die erste wurde eine Woche vor dem Laborbesuch von Projektmitarbeitern durchgeführt. Die zweite erfolgte etwa eine Woche nach dem Besuch, wobei die Durchführung den Lehrern oblag, denen die Fragebögen beim Besuch des teutolabs mitgegeben wurden. Die Zusendung und Bearbeitung des dritten Fragebogens fand nach weiteren vier Monaten statt.

Als Kontrollgruppe dienten die Parallelklassen. Um bei diesen Schülern kein Gefühl der Benachteiligung entstehen zu lassen, wurde die Untersuchung als eine Studie zur Verbesserung des Chemieunterrichts erklärt und ein späterer Besuch des teutolabs in Aussicht gestellt.

Stichprobe. Insgesamt nahmen 761 Schüler aus 28 siebten und achten Klassen aller Schulformen an der Studie teil. Aufgrund von Problemen beim Fragebogenrücklauf und bei der Instruktion der Lehrer von 2 Klassen der Kontrollgruppe reduzierte sich die Zahl der Schüler, die an allen drei Befragungen teilnahmen, auf 494 bzw. 65%. Davon gehören 272 ($\sigma^m=118$, $\sigma^f=151$, o.A.=3) aus 14 Klassen zur Experimentalgruppe und 222 ($\sigma^m=113$, $\sigma^f=109$) aus 12 Klassen zur Kontrollgruppe.

Wesentliche Ergebnisse. Die Untersuchung zeigt vor allem kurzfristige positive Effekte des Laborbesuchs auf das chemiebezogene Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler und ihre intrinsische Motivation für die Teilnahme am schulischen Chemieunter-

richt. Das Absinken des Sachinteresses an den Inhalten und an den Kontexten des Chemieunterrichts wird im Vergleich zur Kontrollgruppe verlangsamt. Die wahrgenommene Relevanz der Inhalte des Chemieunterrichts sinkt ebenfalls geringfügiger. Allerdings gleichen sich alle hier erwähnten, direkt nach dem Laborbesuch aufgetretenen signifikanten Unterschiede zwischen der Experimental- und der Kontrollgruppe im Laufe der folgenden vier Monate wieder an. Keine auf den teutolab-Besuch zurückführbaren Veränderungen lassen sich unter anderem bei der Faszination an chemischen Phänomenen, der Freude am Chemieunterricht und dem Freizeitinteresse an chemischen Themen feststellen.

Die hier dargestellten Ergebnisse gelten mit einer Ausnahme für Haupt-, Real-, Gesamtschüler und Gymnasiasten gleichermaßen. Lediglich das Fähigkeitsselbstkonzept steigt nur bei Schülern von Realschulen und Gymnasien. Wie bei der Studie von Engeln existieren trotz der niedrigeren Affinität der weiblichen Schüler zur Chemie keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Interessanterweise sind zwischen den weiblichen Schülern in geschlechterhomogenen und denen in geschlechterheterogenen Experimentiergruppen ebenfalls keine Unterschiede feststellbar.

3.4 Guderian über Interesse und Unterrichtseinbindung

Zentrale Fragestellung. Die explorative Arbeit geht zwei Fragen nach. Zum einen untersucht sie, wie sich das Interesse von Schülern der 5. und 8. Jahrgangsstufe an Physik bei mehrmaligen Besuchen eines Schülerlabors innerhalb eines Schulhalbjahres entwickelt. Zum anderen ergründet sie, wie sich eine spezielle Einbindung der Besuche in den Unterricht auf die Interessenentwicklung auswirkt.

Der Autor bezieht sich ebenfalls auf die im Abschnitt 2.1 vorgestellte „person-object theory of interest“ der ‘Münchener Gruppe’ um Schiefele, Krapp und Prenzel. Für die emotionale, die wertbezogene und die epistemische Komponente des aktuellen Interesses verwendet er die gleichen Skalen wie Engeln (2004). Allerdings wurde, mit Ausnahme des Geschlechts und des individuellen Interesses, der Einfluss personenbezogener oder laborbezogener Faktoren nicht untersucht.

Untersuchtes Labor. Bei dem untersuchten Schülerlabor handelt es sich um das UniLab in Berlin-Adlershof. Es wird von der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der Humboldt-Universität in Berlin betrieben und als ein Praxisfeld von Studierenden und Lehrenden für die Erprobung neuer Lehr- und Lernformen genutzt. Aufgrund der wesentlich größeren Nähe zur Schule als zur naturwissenschaftlichen Forschung ist es nicht mit den untersuchten Schülerlaboren zu vergleichen.

Untersuchungsmethode. Die untersuchten Schüler aus den Jahrgängen 5 und 8 besuchten in Abständen von circa 5-6 Wochen dreimal das UniLab zu Themen aus dem Gebiet der klassischen Optik. Bei den 5. Klassen wurde das aktuelle Interesse mit Fragebögen insgesamt sechsmal erhoben, jeweils im Anschluss an den Schülerlaborbesuch und 5-6 Wochen später. Diese Klassen erhielten keine besonders abgestimmte Einbindung des Laborbesuchs in den Unterricht. Bei den 8. Klassen fehlt im Vergleich zu den jüngeren Schülern die Befragung nach dem ersten Laborbesuch.

Ein Teil dieser Schüler erhielt im Schulunterricht vor und nach den Laborbesuchen ein von den Laborbetreibern speziell entwickeltes 20-stündiges Curriculum zur Anfangsoptik. Der andere Teil diente als Kontrollgruppe und erhielt einen nicht weiter charakterisierten 'gewöhnlichen' Optik-Unterricht. Zusätzlich wurde von den Schülern aller Klassen in einem Vor- und einem Nachtest das individuelle Interesse mit einem weiteren Fragebogen erhoben.

Stichprobe. Insgesamt wurden 144 Schüler befragt. Aufgrund der häufigen Messwiederholungen reduzierte sich die Zahl der vollständigen Datensätze auf 46 Personen ($\sigma=21$, $\varphi=25$) aus der 5. Klasse, 37 Personen ($\sigma=22$, $\varphi=15$) aus der 8. Klasse mit spezieller Unterrichtseinbindung und 10 Achtklässler (alle o.A.) mit klassischem Optik-Unterricht als Kontrollgruppe.

Wesentliche Ergebnisse. Bei den 5. Klassen zeigen die Werte für die Komponenten des aktuellen Interesses auf einem höheren Niveau als bei Engeln (2004) einen alternierenden Verlauf. Die im Anschluss an die Laborbesuche gemessenen Werte sinken meist signifikant im Laufe der folgenden Wochen und steigen durch den folgenden Besuch wieder annähernd auf das Ausgangsniveau. Dies gilt im Gegensatz zu Engeln (2004) auch für die persönliche Bedeutsamkeit. Mit Ausnahme der epistemischen Komponente liegen die Werte der letzten Befragung 5-6 Wochen nach der dritten Schülerlaborveranstaltung signifikant unter denen der 2. Befragung 5-6 Wochen nach dem ersten Laborbesuch. Dieses Absinken der positiven Emotionen und der persönlichen Bedeutsamkeit führt der Autor auf einen „Gewöhnungseffekt“ zurück (Stichwort „Novelty Space“, s. z.B. Orion et al., 1997). Unterschiede zwischen den Geschlechtern treten wie bei Engeln (2004) nicht auf. Die Schüler mit unterschiedlich ausgeprägtem Sachinteresse an der Physik unterscheiden sich nur bei der epistemischen Komponente. Hier haben die Schüler mit einem höheren Sachinteresse auch ein größeres Bedürfnis, mehr über das behandelte Thema zu erfahren.

Einen, verglichen mit den Fünftklässlern vor allem bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente signifikant niedrigeren, aber weniger stark alternierenden Verlauf des aktuellen Interesses zeigt sich bei den Schülern des 8. Jahrgangs. Wobei die Entwicklung der Schüler mit spezieller Einbindung bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente zwar auf gleichem Niveau, aber tendenziell gleichförmiger ist als bei der Kontrollgruppe. Dies führt der Autor auf die positive Wirkung der speziellen Unterrichtseinheit zurück. Allerdings existieren keine statistisch signifikanten Unterschiede, die sich auf die unterschiedliche Unterrichtseinbindung zurückführen lassen. Folglich ist in Verbindung mit den Laborbesuchen das entwickelte Curriculum nicht interessefördernder als der klassische Optik-Unterricht der Kontrollgruppe.

Ein „Gewöhnungseffekt“ tritt bei beiden Gruppen des 8. Jahrgangs nicht auf. Das aktuelle Interesse zwischen den Befragungen 5-6 Wochen nach dem ersten und im gleichen Abstand nach dem letzten Laborbesuch unterscheidet sich nicht. Innerhalb der Gruppe mit der speziellen Einbindung bestehen beim aktuellen Interesse keine Diskrepanzen zwischen den Schülern mit hohem und denen mit niedrigem Sachinteresse an der Physik. Die Geschlechter in dieser Gruppe unterscheiden sich nur

bei der wertbezogenen Komponente. Die männlichen Schüler maßen dem Besuch eine höhere persönliche Bedeutung bei. Derartige Untersuchungen konnten für die Kontrollgruppe aufgrund der geringen Stichprobe nicht durchgeführt werden. Eine Veränderung des Sachinteresses durch den dreimaligen Laborbesuch im Verlauf von 4-5 Monaten wurde erwartungsgemäß und in Übereinstimmung mit der Theorie (s. Abschnitt 2.1) bei keiner der drei untersuchten Schülergruppen festgestellt.

Die Resultate seiner Arbeit zusammenfassend kommt Guderian unter anderem zu folgender Schlussfolgerung (2007, S. 167):

„Das durch das Schülerlabor geweckte Interesse geht innerhalb weniger Wochen nach einem Besuch wieder verloren. [...] Damit werden die zum Teil sehr hoch gesteckten Ziele vieler dieser Einrichtungen, namentlich die nachhaltige Förderung des Interesses, nicht erreicht.“

Neben der von Guderian nicht weiter erläuterten und aufgrund der Schulnähe nicht gegebenen Übertragbarkeit der Ergebnisse vom UniLab auf andere Schülerlabore handelt es sich zurückhaltend formuliert um eine gewagte Interpretation sowohl der Theorie (s. Diskussion im Abschnitt 2.1.8) als auch der Daten. Zum einen sinkt das aktuelle Interesse der Schüler selbst lange nach den Besuchen des UniLabs bei weitem nicht auf null und ist somit weiterhin wirksam beziehungsweise alles andere als „verloren“. Zum anderen wurden neben personenbezogenen Größen insbesondere die Variablen Klassenstufe und Unterrichtseinbindung variiert. Folglich können auch nur diesbezüglich Aussagen getroffen werden. Die Daten zeigen im Wesentlichen, dass in Verbindung mit den mehrmaligen Besuchen im UniLab die Fünftklässler ein höheres aktuelles Interesse entwickeln als die Achtklässler, und dass für die Achtklässler die speziell entwickelte Unterrichtseinheit nicht interesselördernder ist als der klassische Optik-Unterricht. Wobei selbst diese Ergebnisse angesichts der geringen Stichprobe mit Vorsicht zu betrachten sind.

3.5 Glowinski über Interesse, Wissenserwerb und Unterrichtseinbindung

Zentrale Fragestellung. Die auf Engeln (2004) aufbauende explorative Studie untersucht im Wesentlichen drei grundlegende Fragestellungen: Welche Wirkung zeigen Schülerlabore als Lernumgebung hinsichtlich des aktuellen Interesses der Lernenden, welche Faktoren stehen mit diesem Interesse im Zusammenhang und kann ein Zusammenhang für die wahrgenommenen Merkmale der Schülerlabore, die Schülermerkmale sowie die Integration des Aufenthalts in den Unterricht aufgezeigt werden?

Die theoretische Grundlage der Untersuchung bildet auch hier die „person-object theory of interest“ der ‘Münchener Gruppe’ (s. Abschnitt 2.1). Unter Berücksichtigung der emotionalen, der wertbezogenen und der epistemischen Aspekte unterscheidet die Autorin zwischen dem aktuellen Interesse an den im Schülerlabor behandelten Kontexten, an der Lernumgebung und an den angebotenen Experimenten. Als unabhängige Variablen werden die Unterrichtseinbindung und auf Seite der Schülerlabore die Qualität der Instruktion und der Einblick in authentische Forschung durch theore-

tisch begründete Überlegungen identifiziert. Auf Seite der Schüler wird deren individuelles Interesse (Sachinteresse) und Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich der Naturwissenschaften berücksichtigt. Zusätzlich werden zum einen die für die Interessenentwicklung bedeutsamen „basic needs“ nach Kompetenz- und Autonomieerleben sowie sozialer Eingebundenheit (s. Abschnitt 2.1.5) untersucht. Zum anderen erforscht die Autorin, ob bei den Lernenden durch den Aufenthalt im Schülerlabor eine Veränderung des epistemischen Interesses bzw. ein subjektiv empfundener Wissenszuwachs in den behandelten Themen erfolgt.

Untersuchte Labore. Bei den in der Hauptstudie ausschließlich gemeinsam untersuchten Einrichtungen handelt es sich um das Schülerlabor Biotechnologie zum Anfassenden des Instituts für Verfahrenstechnik und Biotechnologie der Fachhochschule Flensburg und das Lübecker Offene Labor (LOLA) des Instituts für Biologie der Universität Lübeck. Beide Labore bieten Veranstaltungen für Schüler der Sekundarstufe II mit den gleichen molekularbiologischen Experimenten an. In der Regel werden eine PCR und/oder eine Restriktionsspaltung mit anschließender Gelelektrophorese durchgeführt.

Untersuchungsmethode. Die Datenerhebung erfolgte wie bei Engeln (s. S. 54) durch eine zweimalige Befragung der Schüler mit Fragebögen. Die erste Befragung fand direkt im Anschluss der Veranstaltung in den Räumen des Schülerlabors statt. Die zweite Befragung erfolgte 10 bis 12 Wochen nach dem Aufenthalt im Schülerlabor innerhalb des Schulunterrichts durch den Fachlehrer. Auf die Durchführung eines Prä-Tests vor dem Laborbesuch wurde verzichtet.

Stichprobe. Für die Hauptuntersuchung wurden insgesamt 378 Personen ($\sigma=118$, $\varphi=260$) aus 24 Leistungskursen und 4 Grundkursen Biologie befragt. An der follow-up-Erhebung nahmen 76% beziehungsweise 286 Personen (alle o.A.) teil. Mit 62% der Stichprobe hat die Mehrzahl der Oberstufenschüler das Lübecker Schülerlabor LOLA besucht.

Wesentliche Ergebnisse. Die untersuchten Schülerlabore wecken bei den Schülern ein hohes aktuelles Interesse insbesondere im Bereich der Experimente, gefolgt von der authentischen Lernumgebung und den behandelten Kontexten. Hier, wie auch in allen anderen Bereichen konnten keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Als Einflussvariablen wirken das bereits vorhandene Sachinteresse der Schüler zusammen mit den Schülerlabormerkmalen Instruktionsqualität und Einblick in Forschung. Die Instruktionsqualität erweist sich besonders für Lernende mit einem niedrigen Sachinteresse als bedeutsam. Der Grad an Vorbereitung im Unterricht korreliert signifikant mit allen drei Bereichen des aktuellen Interesses, wobei eine ausführlichere Vorbereitung zu signifikant höheren Werten führt. Dies gilt insbesondere für das aktuelle Interesse an den durchgeführten Experimenten.

Von den „basic needs“ wird das Kompetenzerleben von den Lernenden insgesamt am höchsten eingeschätzt, das Gefühl der sozialen Eingebundenheit erzielt mittlere Werte und das Autonomieerleben wird am wenigsten wahrgenommen. Letzteres führt

die Autorin auf die nicht realisierbare Offenheit bei molekularbiologischen Experimenten zurück. Das Kompetenzerleben korreliert einerseits mit dem aktuellen Interesse an den Experimenten sowie in geringerem Maße mit dem Interesse an den Kontexten und andererseits mit dem Sachinteresse und dem Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler sowie der Vorbereitung im Unterricht. Als Prädiktoren für das Kompetenzerleben sind die Instruktionsqualität (insbesondere bei Schülern mit niedrigen Sachinteressen), gefolgt von dem Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler sowie der Vorbereitung im Unterricht bedeutsam. Das Gefühl der sozialen Eingebundenheit hängt mit allen drei aktuellen Interessenbereichen, dem Sachinteresse und der Vorbereitung zusammen. Als Prädiktoren sind nur die Vorbereitung und der Einblick in die Forschung relevant. Das Autonomieerleben korreliert nur mit den Interessen an den Experimenten und Kontexten, wobei allerdings die Instruktionsqualität als einziger Prädiktor signifikant ist.

In der follow-up-Befragung wurde unter anderem das epistemische Interesse der Schüler und deren subjektiv wahrgenommener Wissenserwerb in verschiedenen molekularbiologischen Bereichen erhoben. Dazu gehören die Molekularbiologie allgemein, die Experimente und die wissenschaftliche (Labor-)Arbeit. Beim Wissenserwerb kommen noch die molekularbiologischen Grundlagen hinzu. Alle drei epistemischen Interessenbereiche und der subjektive Wissenserwerb in den Bereichen Allgemein und Laborarbeit korrelieren mit dem Sachinteresse der Schüler. Auch die Vorbereitung im Unterricht steht in signifikanten Zusammenhängen mit allen epistemischen Interessenbereichen. Beim Wissenserwerb ist lediglich die Korrelation mit dem Bereich Laborarbeit bedeutsam. Das Kompetenzerleben der Schüler steht in keinem Zusammenhang mit den Interessen- oder Wissenserwerbsbereichen. Für das epistemische Interesse und den subjektiven Wissenserwerb im Bereich der durchgeführten Experimente ist die Instruktionsqualität der größte Prädiktor.

Das zu beiden Zeitpunkten erhobene aktuelle Interesse sinkt in den Bereichen Experimente und Kontexte signifikant, während sich das aktuelle Interesse an der authentischen Lernumgebung nicht ändert. Ein geringfügig abklingendes Sachinteresses der Schüler an den Naturwissenschaften zwischen den Befragungen führt die Autorin auf höhere Werte im Anschluss an den Aufenthalt im Schülerlabor aufgrund des geweckten aktuellen Interesses zurück.

3.6 Zusammenfassung der empirischen Befunde

Im Folgenden werden die für die vorliegende Arbeit relevanten Ergebnisse der vorgestellten Studien zusammengefasst. In allen Untersuchungen der zumeist physikalischen und biologischen Schülerlaboren zeigt sich eine hohe Akzeptanz der Einrichtungen bei den Besuchern. Die Bewertung der Labore durch die Schüler liegt durchschnittlich bei sehr gut bis gut. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen auch die aufgrund ihres qualitativen Charakters hier nicht explizit erläuterten Untersuchungen von weiteren Schülerlaboren (z.B. Herzer & Toprak, 2001; Oesterling & Toprak, 2002; Ebach et al., 2005).

Die Untersuchungen von Engeln (2004), Guderian (2007) und Glowinski (2007) zeigen, dass die Schülerlabore bei sehr vielen Schülern ein aktuelles Interesse an den

behandelten Themen wecken. Die Veranstaltungen, bei Glowinski insbesondere die Experimente sowie die authentische Lernumgebung bringen den meisten Besuchern sehr viel Spaß (emotionale Komponente) und werden als persönlich bedeutsame Erfahrungen wahrgenommen (wertbezogene Komponente). Ein nicht unerheblicher Teil der Schüler will sich sogar weiterhin mit den behandelten Themen befassen (epistemische Komponente). Zumindest der Großteil des aktuellen Interesses der Schüler ist auch Wochen nach dem Laborbesuch noch vorhanden, wie die drei genannten Untersuchungen und für das epistemische Interesse zusätzlich auch Scharfenberg (2005) belegen konnten. In nahezu allen Detailuntersuchungen konnten sowohl bei der Ausprägung als auch bei der Entwicklung des aktuellen Interesses keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden.

Das aktuelle Interesse ist einerseits von den Schülern selbst und andererseits von den Laboren abhängig. Auf Seiten der Schüler konnten Engeln, Guderian und Glowinski vor allem einen Zusammenhang des aktuellen Interesses mit dem bestehenden Sachinteresse an den Naturwissenschaften nachweisen. Auf Seiten der Labore ist nach Engeln und Glowinski der Einblick in die Forschung beziehungsweise die Authentizität und die Instruktionsqualität beziehungsweise die Verständlichkeit für das aktuelle Interesse bedeutsam. Letzteres gilt vor allem bei Schülern mit einem niedrigen Sachinteresse. Darüber hinaus identifizierte Engeln noch die Offenheit und insbesondere die Herausforderung als interessenrelevante und die Zusammenarbeit als vergleichsweise unrelevante Laboreigenschaften.

Neben den dispositionalen Interessen der Schüler und den Eigenschaften der Schülerlabore ist auch die Einbindung des Laborbesuchs in den Unterricht für das aktuelle Interesse von Bedeutung. Während die Ergebnisse von Engeln und Scharfenberg zumindest darauf hindeuten, konnte Glowinski zeigen, dass eine ausführlichere Vorbereitung zu einem höheren aktuellen Interesse insbesondere an den Experimenten führt. Die Ergebnisse von Guderian legen die Vermutung nahe, dass es mehr auf die Einbindung an sich als auf deren spezielle Gestaltung ankommt. Allerdings findet, wie Engeln nachweist, eine ausführliche Vor- und Nachbereitung des Laborbesuchs nur selten statt.

Die Ergebnisse der Studien von Brandt (2005), Glowinski und Guderian zur Entwicklung des Sachinteresses der Schüler sind nicht eindeutig. Letzterer hat in Übereinstimmung mit den theoretischen Vorstellungen über weitgehend stabile dispositionale Interessen (s. Abschnitt 2.1.3) keine Veränderungen durch die Laborbesuche festgestellt. Bei Glowinski sinkt das Sachinteresse zwischen der Nach- und der follow-up-Befragung. Als Ursache vermutet die Autorin einen aufgrund des aktuellen Interesses überhöhten Wert im Anschluss an die Laborveranstaltung. Bei Brandt hingegen sinkt das Sachinteresse nicht nur zwischen der Nach- und der follow-up-Befragung, sondern auch zwischen der Vor- und der Nachbefragung. Im Gegensatz dazu stellt der Autor eine kurzfristige Steigerung des eng mit dem Interesse verbundenen Fähigkeitsselbstkonzepts fest.

Auch wenn die hier vorgestellten Ergebnisse, abgesehen von der Studie von Engeln, nicht bei der Planung der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt werden konnten, sind sie für die im kommenden Kapitel erfolgende Entwicklung der grundsätzlichen Fragestellung, der Forschungsfragen und der Hypothesen von Interesse.

4 BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNG

Ausgehend von den im Kapitel 1 und 2 erfolgten theoretischen Überlegungen und den Ergebnissen der Pilotstudie von Engeln (2004) wird im ersten Abschnitt die zentrale Fragestellung der vorliegenden Untersuchung erläutert und daraus die Hypothesen und Forschungsfragen abgeleitet. Anschließend erfolgt die Vorstellung der angewandten Untersuchungsmethode und der verwendeten Instrumente.

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Studien von Scharfenberg (2005), Brandt (2005) und insbesondere die auf Engeln (2004) aufbauenden Arbeiten von Guderian (2007) und Glowinski (2007) ließen sich bei der Entwicklung der vorliegenden Untersuchung nicht einbeziehen. Sie wurden erst nach der Datenerhebung fertig gestellt und veröffentlicht. Gleichwohl werden deren Ergebnisse im folgenden Abschnitt berücksichtigt und im Ergebnisteil den neuen empirischen Befunden gegenübergestellt.

4.1 Zentrale Fragestellung, Hypothesen und Forschungsfragen

Ungeachtet der zunehmenden Anzahl von Studien sind zahlreiche Fragen über die Einflüsse von Schülerlaboren nach wie vor offen oder nicht eindeutig beantwortet. Das Hauptziel der vorliegenden Untersuchung ist eine vertiefende Replikation und Erweiterung der Pilotstudie von Engeln (2004). Aus diesem Grund lautet die zentrale Fragestellung inhaltlich übereinstimmend:

- Fördert die Lernumgebung Schülerlabor das Interesse der Schüler an der im Labor behandelten Naturwissenschaft und
- welche Faktoren sind daran maßgeblich beteiligt?

Beiden Aspekten soll in der vorliegenden Arbeit hypothesenüberprüfend oder hypothesengenerierend nachgegangen werden.

Die Relevanz der Fragestellung ergibt sich aus der Intention der Schülerlabore. Die Förderung der Interessen und damit verbunden der Aufgeschlossenheit der Schüler bezüglich der jeweiligen naturwissenschaftlichen Disziplin ist das zentrale Anliegen der meisten Einrichtungen. Dementsprechend sind die Fragestellung und die daraus folgenden Ergebnisse für die gesamte Szene der über 200 Schülerlabore von großer Bedeutung. Das erfordert eine Übertragbarkeit der Untersuchung und somit die Unabhängigkeit der Fragestellung und der verwendeten Erhebungsinstrumente von der konkreten Gestaltung der Schülerlaborangebote. So können selbst konzeptionell und thematisch unterschiedliche Einrichtungen aus verschiedenen Disziplinen auf die gleiche Weise untersucht werden. Zusätzlich wird den Schülerlaborbetreibern mittels der in dieser Arbeit aufgeführten Instrumente auch die Möglichkeit zur Selbstevaluation gegeben.

Aus der Perspektive der schulischen Ausbildung ist die Interessenförderung ebenfalls ein wichtiges Ziel. Das Interesse ist nicht nur für die Persönlichkeitsentwicklung

bedeutsam. Es hat ferner Einfluss auf andere wichtige Bereiche wie beispielsweise die schulische Motivation und Leistung oder das Kurswahlverhalten und damit sogar auf die Berufswahl der Schüler (s. Abschnitt 2.1.7). Insofern können die Ergebnisse dieser Studie nicht nur zeigen, ob Schülerlabore eine sinnvolle Ergänzung zur schulischen Ausbildung darstellen, sondern unter Umständen auch Impulse für die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts geben, der gerade in Bezug auf die Interessenentwicklung Defizite aufweist.

Die vorliegende Untersuchung kann innerhalb der empirischen Sozialwissenschaft der Feld- beziehungsweise Evaluationsforschung zugeordnet werden. Im Gegensatz zu (quasi-) experimentellen Studien steht weniger die Überprüfung von theoretischen Zusammenhängen zwischen abstrakten Variablen, möglichst unter Laborbedingungen und mit Kontrollgruppen, im Vordergrund. In der Evaluationsforschung geht es vielmehr um die Erforschung der Gesamtwirkung beispielsweise einer Intervention unter real existierenden Bedingungen, hier der Besuch eines Schülerlabors, auf konkrete Variablen wie Interesse oder Fähigkeitsselbstkonzept (s. z.B. J. Rost, 2000).

4.1.1 Interessenförderung durch Schülerlabore

Der erste wichtige Aspekt der zentralen Fragestellung bezieht sich auf die von den meisten Schülerlaboren angestrebte Interessenförderung. Sie ist, anders als beispielsweise das Wecken von Neugier, nicht trivial. Von der 'Münchener Gruppe' um Schiefele, Krapp und Prenzel als eine besondere Relation zwischen einer Person und einem Interessengegenstand definiert, gehört das dispositionale Interesse zu den nur langsam veränderlichen Zuständen (s. Abschnitt 2.1.1). Eine direkte Möglichkeit zur Förderung besteht in der Erzeugung eines aktuellen Interesses in einer Situation, in der eine Beschäftigung mit dem (potentiellen) Interessengegenstand erfolgt (s. Abschnitte 2.1.3 und 2.1.4). Beide Arten des Interesses umfassen zu gleichgewichteten Anteilen eine emotionale, eine wertbezogene und eine epistemische Komponente (s. Abschnitt 2.1.2).

Übertragen auf Schülerlabore sollte die im Labor ermöglichte Auseinandersetzung mit einem potentiellen Interessengegenstand den Schülern Spaß bringen, von ihnen als persönlich bedeutsam wahrgenommen werden und sie anregen, sich weiter mit den behandelten Themen zu beschäftigen. Dieses aktuelle Interesse ist vor dem Laborbesuch aufgrund der Situationsabhängigkeit definitionsgemäß nicht vorhanden und entwickelt sich erst im Laufe der Veranstaltung. In der Ausprägung am Ende des Laborbesuchs zeigt sich eine der wichtigsten positiven Wirkungen, die ein Schülerlabor in den Köpfen der Schüler hinterlassen kann. Wie die Studien von Engeln (2004), Guderian (2007) und Glowinski (2007) bereits belegen, erzeugen die acht von ihnen untersuchten unterschiedlichen Schülerlaborangebote bei vielen Schülern ein hohes aktuelles Interesse.

Neben der Ausprägung des aktuellen Interesses ist auch dessen Nachhaltigkeit für die Interessenförderung entscheidend. Auch wenn der Begriff 'aktuell' in diesem Zusammenhang irreführend wird, macht es keinen prinzipiellen Unterschied, ob die erlebte Situation eine Minute oder einen Monat her ist. Sie ist auch lange Zeit später in der Erinnerung noch vorhanden. Allerdings ist mit der Zeit ein geringfügiges Ver-

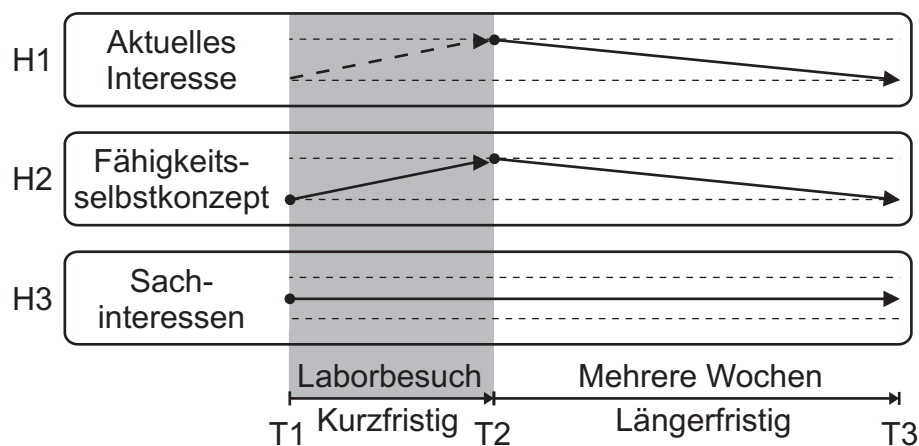


Abb. 4.1: Schematische Darstellung der Hypothesen über die kurz- und längerfristigen Veränderungen durch den Laborbesuch.

blassen der Erinnerungen und damit einhergehend ein geringfügiges Absinken des aktuellen Interesses zu erwarten (s. Abb. 4.1 oben). Das bestätigen, mit einzelnen bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse noch zu diskutierenden Ausnahmen, auch die Ergebnisse der Untersuchungen von Engeln (2004), Guderian (2007) und Glowinski (2007) (s. Abschnitte 3.1, 3.4 und 3.5). Zusammenfassend lautet die Hypothese:

- H1** Die Schülerlabore fördern das Interesse der Schüler, indem sie kurzfristig ein aktuelles Interesse wecken, welches längerfristig über mehrere Wochen weitgehend erhalten bleibt.

Eine andere Möglichkeit zur Interessenförderung besteht aus theoretischer Sicht in der Steigerung des eng mit dem Interesse verbundenen akademischen Fähigkeits-selbstkonzepts (s. Abschnitt 2.2). Als Bestandteil des hierarchischen und multidimensionalen Selbstkonzept-Modells von Shavelson et al. (1976) und Marsh (1986) gehört es wie das dispositionale Interesse zu den nur langsam veränderlichen Zuständen einer Person (s. Abschnitt 2.2.1). Neben dem Interesse beeinflusst das Fähigkeits-selbstkonzept unter anderem auch die schulische Leistung, das Kurswahlverhalten und in der Folge den beruflichen Werdegang (s. Abschnitt 2.2.4).

In Schülerlaboren existieren mehrere Möglichkeiten zur Förderung des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts (s. Abschnitt 2.2.2). Der direkte Weg erfolgt über Kompetenzzuschreibungen durch die Betreuer oder über Kompetenzerlebnisse durch eine erfolgreiche Aufgabenbewältigung. Hierfür müssen die gestellten Herausforderungen insbesondere verständlich und lösbar sein sowie an bestehendes Wissen anknüpfen. Ein indirekter Weg kann über internale oder kriteriale Vergleiche führen. Hier vergleichen die Schüler ihre Leistungen im Schülerlabor entweder mit ihren schulischen Leistungen oder mit den gestellten Anforderungen. Ein negativer Einfluss der außerschulischen Lernorte auf das Fähigkeitsselbstkonzept ist aufgrund einer fehlenden Leistungszielorientierung nicht zu erwarten (s. Abschnitt 2.2.5). Es wird daher angenommen, dass der Besuch eines Schülerlabors das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler zumindest kurzfristig steigern kann (s. Abb. 4.1 mitte). Im Laufe des normalen Fachunterrichts und der damit verbun-

denen größeren Leistungszielorientierung sollte sich das Fähigkeitsselbstkonzept in den folgenden Wochen vermutlich wieder 'normalisieren'. Diese Annahme wird auch durch die Ergebnisse von Brandt (2005) gestützt (s. Abschnitt 3.3). Die Hypothese lautet:

H2 Die Schülerlabore fördern das Interesse der Schüler, indem sie (zumindest) kurzfristig das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept steigern.

Die abschließende Frage lautet: Wenn Schülerlabore das Interesse fördern, indem sie ein aktuelles Interesse wecken und das Fähigkeitsselbstkonzept steigern, können sie dann die nur langsam veränderlichen dispositionalen Sachinteressen der Schüler an den Naturwissenschaften und am Experimentieren positiv beeinflussen? Eine Auseinandersetzung mit dem (potentiellen) Interessengegenstand, ein aktuelles Interesse oder ein gesteigertes Fähigkeitsselbstkonzept sind dafür notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzungen. Vorstellungen, dass ein einmaliger Besuch eines Schülerlabors die stabilen dispositionalen Interessen vieler Schüler steigert, sind aus theoretischer und praktischer Sicht unrealistisch (s. Diskussion im Abschnitt 2.1.8). Was Schule über Jahre hinweg nicht leisten kann, können Schülerlabore nicht innerhalb von wenigen Stunden erreichen. Eine Steigerung der Sachinteressen der Schüler ist folglich abgesehen von Einzelfällen nicht zu erwarten (s. Abb. 4.1 unten). Die empirischen Ergebnisse von Brandt (2005), Guderian (2007) und Glowinski (2007) sind zwar nicht eindeutig, lassen aber tendenziell sogar eher ein leichtes Absinken der Sachinteressen vermuten¹ (s. Abschnitt 3.6). Letztlich sind aber aufgrund der Stabilität der dispositionalen Interessen keine Veränderungen zu erwarten. Die Hypothese lautet:

H3 Die Schülerlabore ändern die Sachinteressen der Schüler an den Naturwissenschaften und am Experimentieren nicht.

4.1.2 Bedeutsame Faktoren für die Interessenförderung

Die von Engeln (2004), Guderian (2007) und Glowinski (2007) untersuchten Schülerlabore fördern das Interesse, indem sie bei vielen Schülern ein aktuelles Interesse wecken (s.o.). Allerdings kann das aktuelle Interesse nur zum Teil durch die in den Untersuchungen identifizierten Faktoren erklärt werden. Es müssen bisher unberücksichtigte Größen vorhanden sein, denen in dieser Studie nachgegangen werden soll.

Das aktuelle Interesse an den naturwissenschaftlichen Angeboten der Schülerlabore ist einerseits von der gegebenen Situation im Labor und andererseits von den vorher bestehenden Dispositionen der Besucher abhängig (s. Abschnitt 2.1.3). Auf Seiten der Dispositionen identifizierte Engeln (2004) bereits drei theoretisch relevante Faktoren: das Sachinteresse an den Naturwissenschaften einschließlich dem Experimentieren, das eng mit dem Interesse verbundene naturwissenschaftsbezogene

¹ Eine negative Interpretation dieser Ergebnisse wäre voreilig. Sie können unter anderem mit der erfahrungsbasierten Ausdifferenzierung der Interessen gedeutet werden, die Krapp (2003) bei Auszubildenden festgestellt hat (s. Abschnitt 2.1.6).

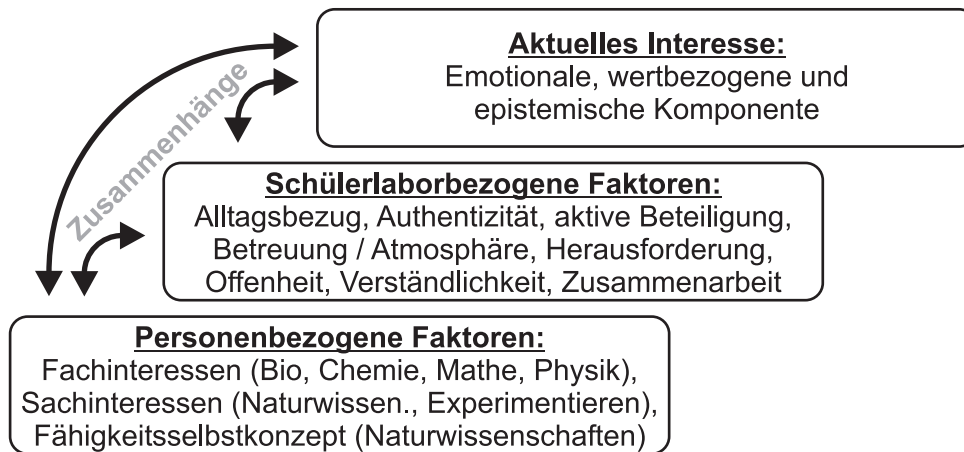


Abb. 4.2: Für die Interessenförderung durch Schülerlabore als bedeutsam erachtete Faktoren und die untereinander angenommenen Zusammenhänge (s. Text).

Fähigkeitsselbstkonzept und aufgrund der Verbindung zur Schule das Interesse an dem Unterrichtsfach Physik. Insbesondere der Zusammenhang mit dem Sachinteresse konnte von Engeln (2004) und nachfolgend auch von Guderian (2007) und Glowinski (2007) empirisch bestätigt werden. Zur genaueren Aufklärung der Beziehungen wird in der vorliegenden Untersuchung das Sachinteresse in die Bereiche Naturwissenschaft und Experimentieren aufgeteilt (s.o.). Zusätzlich werden, um eine Übertragbarkeit auf andere Disziplinen zu ermöglichen, die Fachinteressen Biologie, Chemie und Mathematik als mögliche Faktoren berücksichtigt (s. Abb. 4.2).

Die situationsabhängigen Faktoren für das aktuelle Interesse ergeben sich aus den Veranstaltungen der Schülerlabore. Den Schwerpunkt bildet das eigenständige Experimentieren der Schüler. Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden Experimente generell als ein wichtiges Medium angesehen, mit dem zahlreiche pädagogische, psychologische und fachimmanente Erwartungen verbunden sind (s. Abschnitt 1.2, insbesondere Tab. 1.1, S. 13). Neben dem Erkenntnisgewinn ist eine der wichtigsten Funktionen von Experimenten das Wecken von Interesse. Das gilt insbesondere für das eigenständige Experimentieren. Hier bieten die Schülerlabore Möglichkeiten, die in Schulen unter anderem aufgrund der organisatorischen und finanziellen Gegebenheiten häufig nicht in dem erforderlichen Umfang realisiert werden.

Das eigenständige Experimentieren bringt vielen Schülern Spaß. Folglich handelt es sich um einen „catch“-Faktor, der die Aufmerksamkeit zunächst 'einfängt' (s. Abschnitt 2.1.4). Gleichwohl ist die Interessenförderung durch eigenständiges Experimentieren kein Selbstgänger (s. Abschnitt 1.2). Entscheidend sind die Rahmenbedingungen. Um ein möglichst hohes und andauerndes aktuelles Interesse zu wecken, sollte die Lernumgebung aus konstruktivistischer Sicht authentisch und situiert sein, multiple Perspektiven und Kontexte beinhalten, soziale Kontexte ermöglichen, kognitiv aktivierend wirken sowie erkennbare Freiheitsgrade bieten (s. Abschnitt 1.3). Aus Sicht der Interessentheorie bedarf es einer Befriedigung der „basic needs“ nach Kompetenz- und Autonomieerleben sowie sozialer Eingebundenheit (s. Abschnitt 2.1.5). Beiden Sichtweisen entsprechend identifizierte Engeln (2004) fünf situations- und damit laborabhängige Faktoren für das aktuelle Interesse: die Au-

thentizität, die Größe der Herausforderung, die Offenheit, die Verständlichkeit und die Qualität der Zusammenarbeit. Nach den empirischen Ergebnissen von Engeln (2004) und Glowinski (2007) sind insbesondere die Authentizität und die Verständlichkeit bedeutsam. Für eine weitergehende Aufklärung der Zusammenhänge mit dem aktuellen Interesse werden in dieser Untersuchung zusätzlich der Alltagsbezug, die aktive Beteiligung der Schüler sowie die Betreuung / Atmosphäre berücksichtigt (s. Abb. 4.2, für die Zusammenhänge mit den jeweiligen Sichtweisen s. Abschnitte 1.4 und 2.1.8).

Die labor- und die personenbezogenen Faktoren sind, wie Engeln (2004) und Glowinski (2007) in ihren Untersuchungen feststellen, in den meisten Fällen nicht unabhängig voneinander. Entsprechend den Erkenntnissen der Aptitude-Treatment-Interaction-Forschung stehen die individuell unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Schüler (Aptitude) und die nichtindividualisierten Lehrmethoden (Treatment) in einer wechselseitigen Beziehung. So lernen beispielsweise Schüler mit ungünstigen Lernvoraussetzungen wie einem geringen domänenspezifischen Vorwissen bei lehrerzentrierten und hochstrukturierten Unterrichtsformen besser, während bei günstigen Lernvoraussetzungen ein höheres Maß an Freiräumen effektiver ist.

Die Abhängigkeit zwischen den labor- und den personenbezogenen Faktoren wird anhand der Verständlichkeit besonders deutlich. Einerseits wird sie von dem Niveau der Schülerlaborveranstaltungen und dem Einfühlungsvermögen der Betreuer beeinflusst. Andererseits hängt sie von dem Vorwissen der einzelnen Schüler, deren bestehenden Interessen und Fähigkeitsselbstkonzepte ab. Hierdurch wird offensichtlich, dass anstelle einer objektiv und schülerunabhängig gemessenen Verständlichkeit vielmehr die von den einzelnen Schülern subjektiv wahrgenommene Verständlichkeit für deren aktuelles Interesse entscheidend ist. Es gilt also, die beteiligten Faktoren auf Seiten der Lernumgebung aus Sicht der Schüler zu erheben und folglich auch die Zusammenhänge mit den personenbezogenen Faktoren zu untersuchen (s. Abb. 4.2). Sie sollten vergleichsweise geringer sein, damit die Schülerlabore bei Schülern mit gering ausgeprägten Interessen oder Fähigkeitsselbstkonzepten ebenfalls ein aktuelles Interesse wecken können.

Das soeben erörterte und in Abb. 4.2 aufgeführte Zusammenspiel zwischen den acht laborbezogenen Faktoren, den sieben personenbezogenen Faktoren und den drei Bereichen des aktuellen Interesses beschreibt die angenommenen Wechselwirkungen zwischen den an der Interessenförderung durch Schülerlabore beteiligten Größen. Entsprechend lautet die Hypothese:

- H4** Zwischen dem aktuellen Interesse der Schüler, den personenbezogenen Faktoren und den schülerlaborbezogenen Faktoren bestehen jeweils positive Zusammenhänge.

4.1.3 Teilgruppenvergleiche

Die bislang aufgestellten Hypothesen beziehen sich auf das Gesamtspektrum der Schülerlaborbesucher. Allerdings variieren die Zielgruppen dieser außerschulischen Lernorte in der Regel von Klassenverbänden aus der Mittelstufe bis zu naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen aus der Oberstufe. Dabei ist nicht davon auszugehen, dass die Veranstaltungen bei den unterschiedlichen Besuchern auf

identische Weise und gleichermaßen das Interesse fördert. Das belegen bereits die von Engeln (2004) und Glowinski (2007) empirisch nachgewiesenen Zusammenhänge zwischen dem bestehenden Sachinteresse der Schüler, der Verständlichkeit der Schülerlaborveranstaltung und dem aktuellen Interesse. Um die Vorgänge bei der Interessenförderung durch Schülerlabore differenzierter und tiefergehender zu verstehen sind neben der Betrachtung einer möglichst repräsentativen Gesamtstichprobe auch Vergleiche zwischen unterschiedlichen Teilgruppen sinnvoll. Die vorliegende Studie untersucht in Anlehnung an die zentrale Fragestellung die Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Förderung der Interessen und den maßgeblich beteiligten Faktoren zwischen den ...

- a) Klassenverbänden der Mittelstufe und naturwissenschaftl. Oberstufenkursen,
- b) Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe,
- c) Schülergruppen mit unterschiedlichen Interessenprofilen,
- d) verschiedenen untersuchten Schülerlaboren.

Die Bildung und Untersuchung der Personengruppen aus den drei erstgenannten Teilgruppenvergleichen erfolgt aufgrund der zu erwartenden Unterschiede bei den personenbezogenen Faktoren. Im ersten Fall sind bei den Schülern, die freiwillig im Rahmen der schulischen Wahlmöglichkeiten einen naturwissenschaftlichen Grund- oder Leistungskurs belegen, höhere Werte bei den naturwissenschaftbezogenen Sach- und Fachinteressen sowie dem Fähigkeitsselbstkonzept zu erwarten, als bei den Schülern aus den Klassenverbänden in der Mittelstufe. Innerhalb der Mittelstufe haben bereits viele Studien insbesondere bezüglich der Physik Unterschiede zwischen den männlichen und den weiblichen Schülern nachgewiesen (s. Abschnitt 2.1.7). Im dritten Fall werden die zu vergleichenden Personengruppen unter anderem explizit anhand ihrer Interessenlagen in verschiedenen Bereichen gebildet (s. Abschnitt 5.2.2).

Bei dem vierten Teilgruppenvergleich zwischen den Schülerlaboren können aufgrund unterschiedlicher Zielgruppen und nicht parallelisierter Stichprobensamensetzungen ebenfalls Abweichungen bei den personenbezogenen Faktoren auftreten (s. Abschnitte 5.1.2 u. 5.2.1). Hier sind allerdings auch abhängig von den Konzepten und Angeboten der Einrichtungen deutlichere Abweichungen bei den schülerlaborbezogenen Faktoren zu erwarten. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob möglichst unterschiedliche oder möglichst ähnliche Einrichtungen untersucht werden sollen? Für das mit dieser Arbeit angestrebte bessere Verständnis über die generellen Wirkungsweisen und Wirkungen von Schülerlaboren sollten eventuelle Störvariablen nach Möglichkeit kontrolliert beziehungsweise reduziert werden. Dementsprechend ist es sinnvoll, konzeptionell und thematisch ähnliche, seit längerem etablierte und als erfolgreich anerkannte Schülerlabore zu untersuchen. Sie werden im Abschnitt 5.1 vorgestellt.

Bei allen vier Teilgruppenvergleichen wird angenommen, dass die unterschiedlichen personen- oder laborbezogenen Faktoren zu unterschiedlichen Wirkungsweisen und Wirkungen führen können. In Verbindung mit den bisher aufgestellten Hypothesen H1 bis H4 über die Interessenförderung und die Zusammenhänge zwischen den beteiligten Faktoren ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- F1(a-d)** Unterscheiden sich die jeweiligen Teilgruppen hinsichtlich der personenbezogenen Faktoren, der laborbezogenen Faktoren und des aktuellen Interesses (s. Abb. 4.2, S. 68)?
- F2(a-d)** Bestehen zwischen den jeweiligen Teilgruppen bei der Entwicklung des aktuellen Interesses, des Fähigkeitsselbstkonzepts und der Sachinteressen unter Berücksichtigung eventuell vorhandener Anfangsunterschiede Abweichungen (s. Abb. 4.1, S. 66)?

Bei den bislang aufgestellten Hypothesen und Forschungsfragen handelt es sich im Wesentlichen um die hinsichtlich der Stichprobe und der erhobenen Faktoren erweiterte und vertiefte Replikation der Pilotstudie von Engeln. Die damit verbundenen Untersuchungen erfolgen in Kapitel 6. An dessen Ende werden die vergleichbaren neuen Ergebnisse in den Kontext der empirischen Befunde aus den älteren Studien eingeordnet.

4.1.4 Weitergehende Analysen

Die Erforschung der Wirkungsweise von Schülerlaboren beschränkte sich bei den älteren Untersuchungen hauptsächlich auf die Analyse von Zusammenhängen zwischen den erhobenen Variablen. Um einen Vergleich der Ergebnisse zu ermöglichen werden in der vorliegenden Arbeit analoge Untersuchungen durchgeführt (s. Hypothese H4, S. 69). Allerdings erlaubt eine Korrelationsanalyse nur allgemeine Aussagen über die Stärke der Verbindung zwischen zwei Größen. Sie kann beispielsweise die Folge einer wechselseitigen Abhängigkeit, einer Beeinflussung beider Variablen durch einen unbekanntem dritten Faktor oder sogar zufallsbedingt sein. Eindeutige Rückschlüsse auf Ursachen und Wirkungen oder konkret, ob etwa die Wahrnehmung der Lernumgebung auf das aktuelle Interesse oder umgekehrt einen Einfluss ausübt, sind mit Korrelationsanalysen, wie im Übrigen auch mit allen anderen statistischen Auswertungsmethoden, nicht möglich. Gleichwohl gibt es Analyseverfahren, mit denen sich aufgrund theoretischer Überlegungen angenommene Einflüsse zwischen den Variablen untersuchen und erhärten oder widerlegen lassen. Sie ermöglichen im Vergleich zu den Korrelationsanalysen ein präziseres Verständnis über die Wirkungsweise von Schülerlaboren.

Im Folgenden wird ein zu überprüfendes Modell über die theoriebasierten und chronologisch möglichen positiven Einflüsse zwischen den für die Interessenförderung in Schülerlaboren als relevant erachteten Faktoren entwickelt. Es ist in Abb. 4.3 dargestellt. Demnach wird die Wahrnehmung der einzelnen Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren durch die Schüler an Ende der Veranstaltungen zum Teil von ihren vor dem Laborbesuch bestehenden Fach- und Sachinteressen sowie den Fähigkeitsselbstkonzepten beeinflusst. Diese personen- und schülerlaborbezogenen Faktoren wirken gemeinsam aufgrund der theoretisch angenommenen Abhängigkeit des aktuellen Interesses von der Person und der Interessantheit der Situation auf die emotionale, die wertbezogene und die epistemische Komponente im Anschluss und Wochen nach dem Laborbesuch. Im Gegensatz zum aktuellen Interesse gehören die Dispositionen zu den nur langsam veränderlichen Zuständen einer Person. Insofern

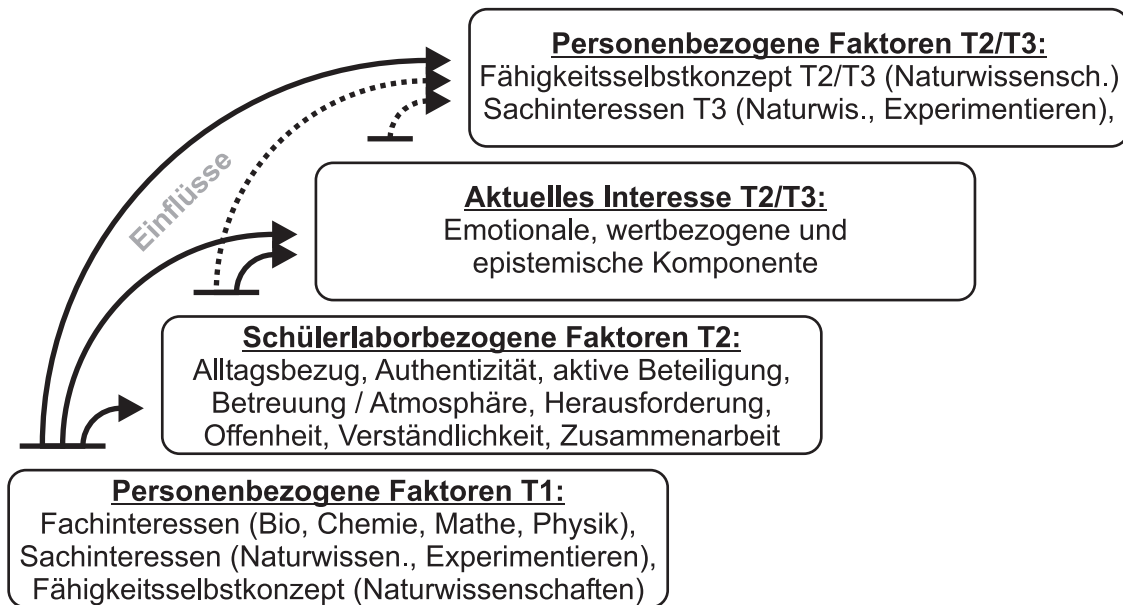


Abb. 4.3: Angenommene Einflüsse zwischen den für die Interessenförderung durch Schülerlabore als bedeutsam erachteten Faktoren. Verglichen mit dem Modell in Abb. 4.2 auf S. 68 wurden abgesehen von einer Erweiterung um die personenbezogenen Faktoren nach dem Laborbesuch lediglich die Doppelpfeile für die Zusammenhänge durch einfache Pfeile in der angenommenen Einflussrichtung ersetzt.

sind die Sachinteressen und das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler nach dem Laborbesuch maßgeblich von den jeweils vorher bestehenden Dispositionen abhängig. Gleichwohl gilt zum einen die Erzeugung von aktuellen Interessen als eine Voraussetzung zur Förderung der dispositionalen Interessen. Zum anderen können die Schülerlabore beispielsweise über eine gute Betreuung oder eine hohe Verständlichkeit für das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler bedeutsame Kompetenzerlebnisse vermitteln. Insofern besteht aus theoretischer Perspektive zusätzlich die Möglichkeit, dass die Sachinteressen auch durch das aktuelle Interesse und das Fähigkeitsselbstkonzept durch die schülerlaborbezogenen Faktoren zumindest geringfügig beeinflusst werden (gestrichelte Pfeile in Abb. 4.3).

Die Überprüfung des Modells wird mit zwei Analyseverfahren auf unterschiedlichen Ebenen in Kapitel 7 durchgeführt. Auf der Detailebene erfolgen die Untersuchungen mit multiplen linearen Regressionen, mit denen sich die Einflüsse von mehreren Prädiktorvariablen auf einzelne Kriteriumsvariablen ermitteln lassen. Zur Überprüfung des Gesamtmodells wird ein äquivalentes Strukturgleichungsmodell aufgestellt. Damit kann die innere Konsistenz eines auf theoretischen Annahmen basierenden Geflechts von mehreren gerichteten Einflüssen und wechselseitigen Zusammenhängen analysiert werden. Anschließend an eine erfolgreiche Bestätigung ermöglicht das Strukturgleichungsmodell die Untersuchung eines weiteren interessanten Aspekts. Den theoretischen Überlegungen entsprechend ist das aktuelle Interesse jeweils direkt von den schülerlabor- und den personenbezogenen Faktoren abhängig. Allerdings haben die Dispositionen der Schüler über deren Wahrnehmung der Schülerlabore auch einen indirekten Einfluss. Insofern stellt sich die Frage nach dem Ver-

hältnis zwischen dem unverfälschten Einfluss der Lernumgebung Schülerlabor und dem Gesamteinfluss der personenbezogenen Faktoren auf das aktuelle Interesse. Eine Dominanz der Dispositionen würde bedeuten, dass die Interessenförderung der Schülerlabore im Wesentlichen von den bestehenden Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler abhängig ist. Umgekehrt hätte eine Dominanz der Lernumgebung eine Interessenförderung zur Folge, die unabhängiger von der Ausprägung der Dispositionen der Schüler wäre.

4.1.5 Weitere Aspekte

Um einerseits die Ergebnisse aus den Untersuchungen der Hypothesen und Forschungsfragen besser einordnen zu können und andererseits im Sinne einer Hypothesenerkundung zusätzliche Erkenntnisse zu erlangen, werden in der vorliegenden Arbeit weitere Untersuchungen durchgeführt. Sie erweitern den Blick auf die Lernumgebung Schülerlabor und liefern mögliche Ansätze für nachfolgende empirische Studien.

Die ergänzenden Analysen unterteilen sich in zwei Bereiche. Der Eine behandelt Aspekte mit einem direkten Bezug zu den untersuchten Schülerlaboren. Anhand offener und geschlossener Fragen wird unter anderem die Akzeptanz der Schülerlaborveranstaltungen bei den Schülern ergründet. Die Ergebnisse geben einen eindeutigen Hinweis darauf, welche Bedeutung die Einrichtungen für ihre Zielgruppe haben. Ferner werden ansatzweise weitere mögliche Einflüsse der Schülerlabore auf die Schüler untersucht. Der andere Bereich bezieht sich auf das schulische Umfeld. Der Besuch eines außerschulischen Lernorts erfolgt in der Regel im Klassen- oder Kursverband im Rahmen des Fachunterrichts. Schon aus diesem Grund ist er kein von den schulischen Verhältnissen und Rahmenbedingungen losgelöstes Ereignis. Gegenstand der Analysen sind die Beliebtheit der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer und die Einbindung des Laborbesuchs in den Unterricht. Eine genauere Erläuterung der einzelnen Aspekte aus beiden Bereichen und die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Kapitel 8.

4.2 Untersuchungsmethode

Für die effektive Erhebung der Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen und zur Überprüfung der Hypothesen wurden Fragebögen in einem pre/post/follow-up-Design verwendet (s. Abb. 4.4). Diese Methode erlaubt im Vergleich zu Engeln (2004), die auf den Vortest verzichtete, nicht nur eine Entzerrung und damit eine Reduzierung des Umfangs der einzelnen Fragebögen. Noch entscheidender ist die Möglichkeit, die kurzfristigen schülerlaborbedingten Veränderungen zwischen der ersten Befragung zu Beginn der Veranstaltung (T1) und der zweiten Befragung am Ende (T2) zu identifizieren. Anhand der dritten Befragung (T3) lassen sich die längerfristigen Entwicklungen bestimmen. Als zeitlicher Abstand zum Laborbesuch wurden sechs bis acht Wochen gewählt.

Um eventuelle Testverfälschungen zu vermeiden, wurde auf ein einheitliches Durchführungsprozedere auch bei den Befragungen geachtet, die der Verfasser aufgrund

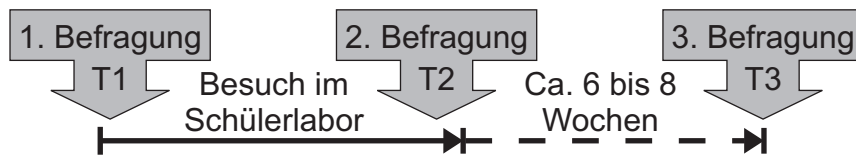


Abb. 4.4: Pre/post/follow-up-Design der Untersuchung.

von Terminüberschneidungen nicht selbst im Schülerlabor durchführen konnte (s. Manual im Anhang S. 238ff). Dies galt insbesondere für die kurze Ansprache vor der ersten Befragung (s. S. 240). Darin wurde den Schülern unter anderem der Sinn der Untersuchung erläutert und verdeutlicht, dass es sich nicht um einen Test oder eine Klassenarbeit mit richtigen oder falschen Antworten handelt.

Aus Gründen des Datenschutzes erfolgte die Datenerhebung anonym. Die für die Auswertung notwendige Zuordnung der zu den drei Erhebungszeitpunkten bearbeiteten Fragebögen einer Person ermöglichte ein Erkennungscode. Er musste zu Beginn des jeweiligen Fragebogens ausgefüllt werden und setzte sich aus den ersten beiden Buchstaben des Vornamens der Mutter, dem Geburtsmonat und -jahr sowie dem Geschlecht des Schülers zusammen. Der inhaltliche Aufbau der drei Fragebögen wird im Folgenden vorgestellt. Einen Überblick über die zu den jeweiligen Zeitpunkten erhobenen Aspekte vermittelt die Tab. 4.1.

Mit insgesamt 68 'Fragen' ist der Prätest der kürzeste Fragebogen. Er wurde von den Jugendlichen im Schülerlabor vor Beginn der Veranstaltung ausgefüllt und erhebt personenbezogene Daten über die Schüler. Darunter sind sowohl schulunabhängige Daten über deren grundlegendes Interessenprofil oder deren Sachinteressen und Fähigkeitsselbstkonzept im naturwissenschaftlichen Bereich als auch schulbezogene Daten wie die Fachinteressen der Jugendlichen an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern und deren allgemeinen Fächerpräferenzen. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang ab S. 220 dokumentiert. Die zum Ausfüllen benötigte Zeit betrug ca. 15 Minuten.

Die Beantwortung des zweiten und mit 96 'Fragen' längsten Fragebogens erfolgte am Ende der Veranstaltung ebenfalls vor Ort. Mit diesem Posttest wurden unter anderem die schülerlaborbezogenen Faktoren wie die „Zusammenarbeit“ oder die „Offenheit“ erfasst. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das bei den Schülern durch den Laborbesuch geweckte aktuelle Interesse. Zusätzlich gibt es einige offene und geschlossene Fragen zur Bewertung unterschiedlicher Aspekte des Laborbesuchs, Fragen zur unterrichtlichen Vorbereitung der Veranstaltung sowie über weitere mögliche Einflüsse der Schülerlabore. Das Fähigkeitsselbstkonzept wurde identisch wie im ersten Fragebogen erhoben. Aufgrund der Erfahrung mit dem ersten Fragebogen benötigten die Schüler zur Bearbeitung nur ca. 20 Minuten. Wegen der nicht zu erwartenden Veränderungen und mit Rücksicht auf die Länge des Fragebogens wurde auf eine Erhebung der Sachinteressen bezüglich der Naturwissenschaften und des Experimentierens verzichtet. Der Fragebogen ist im Anhang ab S. 224 aufgeführt.

Der follow-up-Fragebogen bestehend aus 80 'Fragen' wurde von den Teilnehmern 6 bis 8 Wochen nach dem Laborbesuch im Unterricht ausgefüllt. Abgesehen von den Fragen zur Nachbereitung des Laborbesuchs enthält er nahezu nur noch Elemen-

<i>Abgefragte Aspekte zum Zeitpunkt ...</i>	T1	T2	T3
<i>Für die Untersuchung wesentliche Aspekte ...</i>			
Alter, Geschlecht, Schuljahrgang	✓	✓	✓
Interessenprofil	✓		
Fachinteressen (Biologie, Chemie, Mathematik, Physik)	✓		
Sachinteresse (Naturwissenschaften, Experimentieren)	✓		✓
Fähigkeitsselbstkonzept (Naturwissenschaften)	✓	✓	✓
Wahrgenommene Laborvariablen (Alltagsbezug, ...)		✓	
Aktuelles Interesse (emotional, wertbezogen, epistemisch)		✓	✓
<i>Weitere erhobene Aspekte (s. Kapitel 8) ...</i>			
Bewertung des Laborbesuchs (Benotung, Dauer, ...)		~	~
Offene Fragen (gefallen, gelernt, vermisst, ...)		✓	
Weitere Einflüsse des Laborbesuchs (...)		~	~
Einbindung des Laborbesuchs in den Unterricht		~	~
Un-/beliebtheit der Schulfächer	✓		

Tab. 4.1: In den Fragebögen erhobene Aspekte zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3 (s. Abb. 4.4). Bereiche, die bei den einzelnen Befragungen nur teilweise oder unterschiedlich abgefragt wurden, sind durch ~ gekennzeichnet.

te aus dem ersten und zweiten Fragebogen, um die längerfristigen Veränderungen eindeutig feststellen zu können. Dazu gehören einzelne Aspekte der Bewertung und über die weiteren Einflüsse des Laborbesuchs aus dem zweiten Fragebogen, die Sachinteressen (identisch mit dem ersten), das aktuelle Interesse (identisch mit dem zweiten) und das Fähigkeitsselbstkonzept (identisch mit den ersten beiden Fragebögen). Die Bearbeitung dieses im Anhang ab S. 231 befindlichen Fragebogens dauerte ungefähr 15 Minuten.

Damit die Schüler den dritten Fragebogen in der Schule ausfüllen konnten, bekam ihr Lehrer, mit dem sie das Labor besucht haben, die Fragebögen mit einem frankierten Rückumschlag wenige Tage vor Ablauf der sechs Wochen zugesandt. Im Anschreiben (s. Anhang S. 237) war das Durchführungsprozedere beschrieben und die zweiwöchige Frist, in der die Bearbeitung erfolgen sollte, genau datiert. Die Anschrift der Schule und der Name des Lehrers sowie die Schulform und die Jahrgangsstufe der Besuchergruppe konnten mit einem Fragebogen, der von dem begleitenden Lehrer ebenfalls am Ende der Veranstaltung (T2) im Schülerlabor auszufüllen war, ermittelt werden. Erste qualitative Ergebnisse aus der Lehrerbefragung, auf die in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird, finden sich in Glug et al. (2005).

4.3 Beschreibung der erhobenen Skalen

Die Auswahl der für diese Untersuchung relevanten Aspekte (s. Tab. 4.1, S. 75) und der verwendeten Instrumente entspricht der zentralen Fragestellung und den daraus entwickelten Hypothesen beziehungsweise Forschungsfragen (s. Abschnitt 4.1). Um die angestrebte Übertragbarkeit der Untersuchung auf weitere Schülerlabore auch in

anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen zu gewährleisten, sollten die Instrumente schülerlaborunabhängig und disziplinübergreifend gestaltet sein.

Die Erhebung der einzelnen Aspekte erfolgte jeweils mit mehreren unterschiedlichen Items, die den gleichen Teilbereich betreffen und ein identisches Bewertungsformat haben. Gemeinsam können diese Items eine für die Auswertung des Aspekts relevante (Likert-)Skala bilden, die sich durch eine Faktorenanalyse mit anschließender Reliabilitätsanalyse statistisch absichern lässt. Die statistischen Analysen der vorliegenden Untersuchung erfolgten, sofern nicht anders angegeben, mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS 14.0 (2005).

Die meisten in dieser Arbeit verwendeten Skalen sind soweit nicht anders angegeben eine Weiterentwicklung von Engeln (2004). Ein grundlegender Unterschied ist der Wechsel von einem vier- zu einem besser auflösenden fünfstufigen Antwortformat, welches von „stimmt gar nicht“ über „stimmt wenig“, dem neu hinzugekommenen „stimmt teilweise“, „stimmt ziemlich“ bis „stimmt völlig“ reicht. Im Folgenden werden die Instrumente im Einzelnen erläutert. Die vollständigen Skalen, deren Reliabilitäten und die Trennschärfekoeffizienten der einzelnen Items sowie die Unterschiede zu Engeln (2004) sind im Anhang B ab Seite 195 aufgeführt.

Dispositionale Interessen

Die Schüler haben, wenn sie das Schülerlabor besuchen, bereits ausgeprägte und stabile Interessen (s. Abschnitt 2.1, insbesondere 2.1.3 und 2.1.6), denen sowohl bei der Wirkungsweise als auch bei der Wirksamkeit des Laborbesuchs eine Bedeutung zukommt. Diese dispositionalen Interessen wurden für die vorliegende Arbeit mit den naturwissenschaftsbezogenen Sach- und Fachinteressen sowie einem allgemeinen Interessenprofil auf drei verschiedenen Ebenen erhoben. Bei letzterem handelt es sich nicht um eine Skala, sondern um Einzelitems, die bei der Bildung von Schülergruppen verwendet und im Abschnitt 5.2.2 erläutert werden.

Sachinteresse. Die Items zum Sachinteresse befassen sich mit den allgemeinen Interessen der Schüler an naturwissenschaftlichen Themen und Tätigkeiten (in Anlehnung an Köller, Baumert & Schnabel, 2000; Engeln, 2004). Sie wurden zum Teil umformuliert und durch einige neue Items ergänzt. Das ermöglichte eine Aufteilung in zwei inhaltlich in sich stimmige und untereinander gut abgrenzbare Skalen, die sich durch eine Faktorenanalyse mit anschließender Reliabilitätsanalyse bestätigen ließen². Die eine Skala befasst sich mit dem Sachinteresse an den Naturwissenschaften (s. Anhang B.1, S. 195). Ein Beispielitem lautet: „Ich finde es wichtig, mich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen“. Die andere Skala misst das Sachinteresse am Experimentieren beispielsweise mit dem Item „Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit verfliegt“ (s. S. 196).

2 Die Faktorenanalyse der Daten aus der dritten Befragung liefert nur einen gemeinsamen Faktor. Wird die Anzahl der Faktoren mit zwei vorgegeben, ergeben sich die Skalen aus den gleichen Items wie bei der Vorbefragung.

Fachinteresse. Bei den erhobenen Fachinteressen handelt es sich um das explizite Interesse an den einzelnen Unterrichtsfächern Biologie, Chemie, Mathematik und Physik. Die vier Skalen setzen sich jeweils aus den Items „Der Unterricht bringt mir Spaß im Fach ...“ und „Ich komme im Unterricht gut mit im Fach ...“ zusammen (s. S. 196). Gemäß einer Faktorenanalyse bilden die Fachinteressen Mathematik und Physik eigentlich eine gemeinsame Skala. Aufgrund inhaltlicher Überlegungen und der besseren Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen werden sie in dieser Arbeit dennoch getrennt betrachtet.

Fähigkeitsselbstkonzept

Die in dieser Untersuchung verwendete Skala zum akademischen Fähigkeitsselbstkonzept bezieht sich auf das Lernen und Verstehen von naturwissenschaftlichen Sachverhalten und Theorien. Sie basiert auf dem hierarchischen Selbstkonzeptmodell von Shavelson et al. (1976) mit der Revision durch das Internal/External Frame of Reference Model (I/E-Modell) von Marsh (1986) (s. Abschnitt 2.2).

Die Mehrzahl der Items sind in Anlehnung an die fachspezifischen Skalen der Längsschnittstudie „Bildungsprozesse und psychosoziale Entwicklung im Jugendalter und jungen Erwachsenenalter“ (BIJU) des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung in Berlin formuliert (s. z.B. Köller, 1998; Köller, Daniels et al., 2000). Für die fachunspezifische Formulierung wurden die einzelnen Unterrichtsfächer durch ‘Naturwissenschaften’ ersetzt, um eine Vergleichbarkeit mit Untersuchungen über Schülerlabore aus anderen Disziplinen zu gewährleisten (s. S. 196). Jetzt lauten die Items beispielsweise: „Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer“. Zusätzlich wurde die Skala um einige Items mit Bezug zu den naturwissenschafts- und insbesondere schülerlaborimmanenten Experimenten ergänzt, zum Beispiel: „Anhand anschaulicher Experimente verstehe ich auch komplizierte naturwissenschaftliche Theorien“.

Wahrgenommene Laborvariablen

Die in dieser Untersuchung erhobenen Laborvariablen ergeben sich zum einen aus den theoretischen Überlegungen über die Kriterien für eine aus konstruktivistischer Sicht sinnvolle Gestaltung von Experimentier- und Lernumgebungen (s. Abschnitt 1.3). Sie gelten als besonders wichtig für die affektive und kognitive Aktivierung der Schüler. Zum anderen entsprechen sie den für die Interessenentwicklung relevanten „basic needs“ nach Kompetenz- und Autonomieerleben sowie sozialer Eingebundenheit (s. Abschnitt 2.1.5).

Bei den untersuchten Laborvariablen handelt es sich um die auch von Engeln (2004) erhobene *Authentizität*³, *Herausforderung*, *Verständlichkeit*, *Offenheit* und *Zusammenarbeit*. Neu in dieser Studie hinzugekommen sind der *Alltagsbezug*, die *aktive Beteiligung* und die *Betreuung / Atmosphäre*. Alle acht Kriterien wurden bereits im Abschnitt 1.4 ausführlich erläutert. Allerdings handelt es sich entsprechend der im

3 Zur besseren Abgrenzung gegenüber den Begrifflichkeiten werden die wahrgenommenen Laborvariablen im weiteren Verlauf der Arbeit kursiv geschrieben.

Wahrgenommene Laborvariablen:

- *Alltagsbezug*: „Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unseren Alltag gelernt.“
 - *Authentizität*: „Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.“
 - *Aktive Beteiligung*: „Beim Suchen und Finden der Erklärungen für die Ergebnisse der Versuche war ich stark beteiligt.“
 - *Betreuung / Atmosphäre*: „Ich hatte die Möglichkeit, den Betreuern des Schülerlabors Fragen zu stellen.“
 - *Herausforderung*: „Das Finden der Erklärungen für die Experimente war eine Herausforderung.“
 - *Offenheit*: „Der Ablauf der Experimente war fest vorgegeben und ich konnte keine eigenen Entscheidungen treffen.“
 - *Verständlichkeit*: „Ich hatte genügend Kenntnisse, um die Experimente erfolgreich durchzuführen.“
 - *Zusammenarbeit*: „Ich habe während der Experimente meinen Mitschülerinnen / Mitschülern etwas erklärt oder mir ist von ihnen etwas erklärt worden.“
-

Tab. 4.2: Beispielitems für die wahrgenommenen Laborvariablen.

Abschnitt 4.1.2 angeführten Begründung nicht um objektiv erhobene Charakteristika der Schülerlabore, sondern um die für das aktuelle Interesse relevanten und von den Schülern wahrgenommenen Eigenschaften. In der Tabelle 4.2 sind beispielhafte Items für die im Anhang ab Seite 197 ausführlich dokumentierten Skalen aufgeführt.

Aktuelles Interesse

Entsprechend der „person-object-theory of interest“ besteht das Interesse und damit auch das aktuelle Interesse in einer konkreten Handlungssituation aus drei gleichgewichtigen Bereichen: einer emotionalen, einer wertbezogenen und einer epistemischen Komponente (s. Abschnitt 2.1.2). Übertragen auf Schülerlabore sollte der Aufenthalt den Schülern Spaß bringen, von ihnen mit einer persönlichen Wertschätzung wahrgenommen werden und sie anregen, sich weiter mit dem bearbeiteten Thema zu beschäftigen. Über die Situation hinaus sollte dieses aktuelle Interesse eine längere Zeit bestehen bleiben. Das gilt als eine wichtige Voraussetzung für die längerfristige Ausprägung dispositionaler Interessen (s. Abschnitt 2.1.4). Wie und in welchem Ausmaß es den untersuchten Schülerlaboren gelingt, ein aktuelles Interesse zu wecken und weitestgehend zu stabilisieren, wurde mit drei, den Bereichen entsprechenden Skalen erhoben. Die Mehrdimensionalität konnte durch eine Faktorenanalyse bestätigt werden.

Emotionales Interesse. Die Skala für die emotionale Komponente des aktuellen Interesses untersucht die Frage, ob den Jugendlichen das Experimentieren als Schwerpunkt der Schülerlaborveranstaltungen Spaß gebracht hat (s. S. 200). Ein Item lautet beispielsweise: „Die Durchführung der Experimente war langweilig“.

Wertbezogenes Interesse. Die Skala für die wertbezogene Komponente des aktuellen Interesses untersucht die von den Schülern wahrgenommene persönliche Relevanz insbesondere des Experimentierens im Schülerlabor (s. S. 200). Beispielsweise lautet ein Item: „Dass wir heute Experimente durchgeführt haben, ist mir persönlich wichtig“.

Epistemisches Interesse. Die Skala für die epistemische Komponente des aktuellen Interesses ergründet, inwieweit die Schüler durch die Schülerlaborveranstaltung motiviert werden, sich weiter mit den behandelten Themen zu beschäftigen. Dementsprechend lautet ein Item beispielsweise: „Ich würde gerne mehr über die Experimente lernen, die wir im Schülerlabor durchgeführt haben“.

5 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

Die Stichprobe der Untersuchung setzt sich aus zwei getrennt zu betrachtenden Bereichen zusammen: zum einen aus den untersuchten Schülerlaboren, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden, zum anderen aus den Besuchern der Labore, von denen die für die Auswertungen relevanten Daten erhoben wurden. Die Beschreibung der Personenstichprobe erfolgt im Abschnitt 5.2.

5.1 Die untersuchten Schülerlabore

Für die Beantwortung der Fragestellungen und Überprüfung der Hypothesen sollten mehrere konzeptionell und thematisch ähnliche, seit längerem etablierte und anerkannte Schülerlabore untersucht werden (s. Abschnitt 4.1.3). Bei den ausgewählten Einrichtungen handelt es sich um die DLR_School_Labs des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) an den Standorten Göttingen, Berlin-Adlershof, Köln-Porz und Oberpfaffenhofen. Sie gehören unter den Aspekten finanzielle, personelle und technische Ausstattung sowie den Besucherzahlen zu den größten Schülerlaboren mit physikalischem Angebot in Deutschland. Zahlreiche Auszeichnungen und Förderungen beispielsweise durch das Schülerlabornetzwerk Lernort Labor oder die Robert Bosch Stiftung belegen die Anerkennung (s. www.schoollab.dlr.de/). Die drei jüngsten DLR_School_Labs in Hamburg, Stuttgart-Lampoldshausen und Dortmund existierten zum Zeitpunkt der Datenerhebung 2004/05 noch nicht oder befanden sich in der Aufbau- und Testphase.

Nach den ersten positiven Erfahrungen des DLRs mit dem Pilotlabor in Göttingen entstanden die weiteren DLR_School_Labs mit der gleichen Zielsetzung und einem ähnlichen, lediglich den Standorten angepassten Konzept. Auf diese Weise sind in allen Laboren die übergeordneten Rahmenbedingungen prinzipiell gleich. Dennoch bestehen Unterschiede bei den standortspezifischen Themen- und Experimentierangeboten sowie bei den Zielgruppen. Daraus können sich mögliche Abweichungen in den Wirkungsweisen und Auswirkungen auf die Schüler ergeben. Die gemeinsamen Ziele und das übergeordnete Konzept sowie die untersuchten DLR_School_Labs mit ihren standortspezifischen Unterschieden werden in den folgenden beiden Abschnitten vorgestellt.

5.1.1 Ziele und Konzept der DLR_School_Labs

Die von dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt mit der Errichtung und dem Betrieb der DLR_School_Labs verfolgten Ziele sind ambitioniert und vielfältig (s. z.B. DLR_School_Labs, 2005). Durch die Möglichkeit zum eigenständigen Experimentieren will das DLR bei der Hauptzielgruppe, Schülern aus Klassen und Kursen der Mittel- und Oberstufen, unter anderem:

- ⇒ die Phantasie anregen, Neugierde wecken und Faszination erzeugen,
- ⇒ ihnen Inhalte vermitteln und Zusammenhänge verdeutlichen,
- ⇒ sie zum Nachdenken über naturwissenschaftliche Alltagsphänomene ermutigen.

Damit soll bei möglichst vielen jungen Menschen das Interesse an naturwissenschaftlich-technischen Themen gestärkt und möglicherweise auch ein Anreiz zum Studium von Natur- und Ingenieurwissenschaften oder zur Ausbildung in einem naturwissenschaftlich-technischen Beruf gegeben werden. Des Weiteren will der Betreiber durch fundierte Informationen über seine Forschungen auch Aufgeschlossenheit und Verständnis für die wissenschaftliche Arbeit im DLR in der Öffentlichkeit schaffen. Die Zielgruppe soll dabei als Multiplikator wirken.

Um die Ziele zu erreichen, bieten die DLR_School_Labs Veranstaltungen von halbtägigen 'Schnupperkursen' bis hin zu Wochenintensivkursen oder regelmäßigen Treffen von Arbeitsgemeinschaften an. Nachfragebedingt werden an allen Standorten am häufigsten ganztägige Besuche von Schulklassen oder -kursen durchgeführt. Der Schwerpunkt der Veranstaltungen ist das eigenständige Experimentieren mit unterschiedlichen Versuchen aus den vier Forschungsbereichen des DLR: der Luft- und Raumfahrt-, Energie- sowie Verkehrsforschung. Die meisten Experimente wurden von Wissenschaftlern der einzelnen DLR-Institute in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der DLR_School_Labs an den jeweiligen Standorten konzipiert und realisiert. Es handelt sich größtenteils um technisch aufwendige und aufgrund des inhaltlichen Bezugs zur aktuellen Forschung authentische Versuchsaufbauten, die im schulischen Rahmen nicht realisierbar wären. Dennoch sollten die komplexen Themen und Versuche die Neugier und Experimentierfreude der Kinder und Jugendlichen wecken sowie ein eigenständiges, kreatives Experimentieren zulassen. Dementsprechend mussten die Aufbauten möglichst 'durchschaubar' sein und die zu bearbeitenden Aufgaben dem Verständnis der unterschiedlichen Altersstufen innerhalb der Zielgruppe angepasst werden können.

An den einzelnen Versuchsstationen experimentieren die Schulklassen und Kurse aufgeteilt in Kleingruppen von drei bis fünf Personen. Abhängig vom Versuch und der jeweiligen Altersgruppe stehen pro Station 30 bis 120 Minuten zur Verfügung. So kann eine Gruppe im Laufe eines Veranstaltungstages in der Regel etwa drei verschiedene Stationen durchlaufen. Dabei betreuen sie Wissenschaftler des DLR, aus dem Schuldienst abgeordnete oder pensionierte Lehrer und Studenten der Natur- oder Ingenieurwissenschaften.

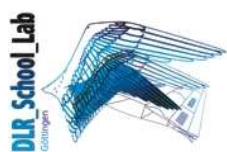
Ergänzt wird das Experimentierprogramm häufig durch die Besichtigung ausgewählter Versuchsanlagen an den jeweiligen Standorten, die durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter vorgestellt werden. Eine Mittagspause in der Betriebskantine vermittelt ebenfalls einen Eindruck von der Arbeitswelt und rundet die Veranstaltung ab.

5.1.2 Vorstellung der untersuchten DLR_School_Labs

Im Folgenden werden die untersuchten DLR_School_Labs in der Reihenfolge ihrer Entstehung vorgestellt. Einen Überblick über die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Standorten, die im Text näher erläutert werden, gibt die Tab. 5.1.

Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den DLR_School_Labs in ...			
	Berlin- Adlershof	Göttingen	Köln-Porz	Oberpfaf- fenhofen
<i>Zielgruppen:</i>				
Mittelstufe	✓	✓	✓	~
Oberstufe	~	✓	✓	✓
<i>Eindrücke:</i>				
Beeindr. Gelände		✓	✓	✓
Beeindr. Räumlichkeiten		✓	✓	
Kantinenbesuch	~	✓	✓	✓
<i>Experimente:</i>				
Authentische Exp.	✓	✓	✓	✓
Schultypische Exp.	✓		~	
Nichtphysikalische Exp.			✓	
<i>Vorträge/Führungen:</i>				
Vortrag über das DLR	✓	✓	✓	✓
Wissenschaftl. Vortrag			✓	~
Führungen		✓	✓	~
<i>Betreuung (∅):</i>				
Wissenschaftler	1	~	2	2
Lehrer/Pädagogen		2		
Studentische Hilfskräfte	4	3	4	4

Tab. 5.1: Gemeinsamkeiten und Unterschiede der untersuchten DLR_School_Labs zum Zeitpunkt der Evaluation. Die genaueren Erläuterungen, insbesondere zu den eingeschränkt gültigen Punkten (~), finden sich in den Abschnitten über die einzelnen Labore.



DLR_School_Lab Göttingen. Das DLR_School_Lab in Göttingen ist das älteste Schülerlabor des DLR. Es wurde im Jahr 2000 von Prof. Meier, dem damaligen Leiter des Institutes für Aerodynamik und Strömungstechnik, gegründet. Noch im gleichen Jahr präsentierte das DLR dieses Projekt auf der EXPO 2000. Der große Erfolg und die steigende Nachfrage des Schülerlabors in Göttingen motivierten den DLR-Vorstand, die weiteren DLR_School_Labs mit einem sehr ähnlichen, den Standorten angepassten Konzept einzurichten.

Das Schülerlabor befindet sich inmitten des DLR-Forschungsgeländes in einer eindrucksvollen 250m² großen Halle. Beim Betreten fällt dem Besucher sofort die vollständig aus Glas bestehende Seitenwand ins Auge. Sie gibt den Blick auf einen in seiner Größe beeindruckenden stillgelegten Windkanal frei. In dieser Halle werden die meisten Experimente durchgeführt und es ergibt sich infolgedessen eine rege und aktivierende Arbeitsatmosphäre. Die Schüler können sich auf kurzem Wege austauschen und beobachten, welche Experimente die anderen Gruppen durchführen.



Abb. 5.1: Am Seifenfilmkanal des DLR_School_Labs Göttingen lässt sich das Strömungsverhalten um Flügelprofile und andere Modellkörper untersuchen.

Einen Überblick über die angebotenen Versuche gibt die Tab. 5.2. Bei den Versuchsaufbauten handelt es sich, abgesehen von dem Versuch zur Schwerelosigkeit, der auch in anderen DLR_School_Labs verwendet wird, und einzelnen Gerätschaften wie Windgebläsen, um aufwendige und authentische Unikate. Für die Betreuung der Schüler sind hier im Gegensatz zu den anderen DLR_School_Labs nicht Wissenschaftler, sondern einer von zwei mit einer halben Stelle abgeordneten Lehrern sowie zwei pensionierte Pädagogen verantwortlich. Unterstützt werden sie in der Regel von drei studentischen Hilfskräften. Gleichwohl gibt es auch in diesem Schülerlabor einen wissenschaftlichen Leiter.

Eine weitere standortbedingte Besonderheit gegenüber den anderen Laboren ist eine Führung an einem der verschiedenen Windkanäle auf dem Gelände. Die Funktionsweise wird den Schülern aus erster Hand von dem für den Kanal verantwortlichen Wissenschaftler vorgestellt und nach Möglichkeit vorgeführt. Auf diese Weise können die Schüler nicht nur miterleben, wie ein Wissenschaftler forscht. Teilweise erfahren sie sogar am eigenen Körper, wie stark der Luftstrom eines Windkanals sein kann.



DLR_School_Lab Berlin-Adlershof. Das nächste DLR_School_Lab wurde im Sommer 2002 am Standort Berlin-Adlershof eröffnet. Der Betrieb des Labors findet in zwei Räumen statt. Der erste ist 41m² groß und liegt im Hauptgebäude des DLR-Standortes. Der andere Raum mit 57m² befindet sich im benachbarten Gründerzentrum Berlin-Adlershof.

In beiden Gebäuden befinden sich zwar auch Forschungslaboratorien, dennoch haben sie und die umgebenden Bauten eher den Charakter normaler Bürogebäude. Der Eindruck, sich auf einem großen Forschungsgelände zu bewegen, kann im Gegensatz zu den anderen DLR_School_Labs bei den Besuchern kaum entstehen.

Titel und Untertitel der angebotenen Experimente im DLR_School_Lab ...

Göttingen:

Physik des Fliegens	Das Geheimnis des Fliegens
Strömungsphysik	Das Unsichtbare sichtbar machen
Umströmungen	Licht bringt Klarheit
Laserdiagnostik	Wirbel in der Luft
Lärm	Dem Krach ein Ende
Schwerelosigkeit	Im Fallturm unter die (Zeit-)Lupe genommen
Messtechnik	Geschwindigkeit ist eine High-Tech-Hexerei
<i>Schwingungsfrequenzen</i>	<i>Der Wind als Musikant</i>

Berlin-Adlershof:

Infrarotlicht	Wie wird Wärme sichtbar?
Solarzellen	Sonnige Aussichten für umweltfreundliche Energie
Brennstoffzellen	Wasserstoff - Energielieferant mit Zukunft
Verkehrssimulation	Wie könnt´ ich bloß den Stau verhindern?
Stereobilder	Die dritte Dimension
Schwerelosigkeit	Experimente in Schwerelosigkeit
<i>Sehen</i>	<i>mit Augen und Kameras</i>
<i>Datenerhebung</i>	<i>Unterwegs mit der GPS-Maus</i>

Köln-Porz:

Kometensimulation	Schmutzige Eisbälle mit Schweiß
Solare Wasserreinigung	Wie man Wasser mit Licht reinigt
Werkstoffe	Warum bricht Glas [...] und ist Keramik spröde?
Lärmkontrolle	Wie man Lärm mit Lärm auslöscht
Gravitationsbiologie	Woher weiß ein Pantoffeltier, wo oben/unten ist?
Schwerelosigkeit	Im Fallturm unter die (Zeit-)Lupe genommen
<i>Kreislaufphysiologie</i>	<i>Damit der Kreislauf nicht Kopf steht</i>
<i>Vakuum</i>	<i>Forschen im luftleeren Raum</i>

Oberpfaffenhofen:

Wetter und Klima	Was für Zutaten braucht eine [...] Wettervorhersage?
Radarmesstechnik	Mikrowellen im Einsatz
Infrarotmesstechnik	Das Unsichtbare sichtbar machen
Lasertechnologie	Laser Radar - berührungsloses Messen
Robotik	Roboter - Hilfsarbeiter aus Stahl und Blech?
Umweltspektroskopie	Unser Lebensraum auf dem Prüfstand
Satellitenavigation	Orientierung leicht gemacht
Satellitendaten	Unsere Erde aus der Sicht von Satelliten
Virtuelle Mechanik	[...] Damit man schon vorher schlauer ist
<i>Flugteam-Simulator</i>	<i>Teamtraining für den Ernstfall</i>
<i>Mobile Raketenbasis</i>	<i>Raketenforschung für die Erde</i>

Tab. 5.2: In den evaluierten DLR_School_Labs angebotene Experimente. Die kursiv aufgeführten Versuche waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch nicht im Programm.



Abb. 5.2: Im DLR_School_Lab Berlin-Adlershof können Schüler mit unterschiedlichen Solarzellen experimentieren und deren Eigenschaften kennen lernen.

In den hellen und freundlichen Räumen können insbesondere Schüler aus der Mittelstufe anhand von interessanten und alltagsnahen Experimenten physikalische Phänomene erkunden und ihr Wissen in den genannten Bereichen erweitern (s. Tab. 5.2). Bei den Versuchen zu den Themen Solar- und Brennstoffzelle handelt es sich um Experimentierkästen, die in Zusammenarbeit mit dem DLR für den Schulgebrauch entwickelt wurden (s. Abb. 5.2). Sie stehen im Gegensatz zu den anderen nur einmal vorhandenen Versuchsaufbauten in ausreichender Zahl zur Verfügung, so dass eine ganze Klasse in Kleingruppen parallel die gleichen Versuche durchführen kann.

Auf engerem Raum als in den anderen hier beschriebenen Schülerlaboren arbeiten die Schüler sehr konzentriert. Dabei erfolgt die Betreuung der Schüler auf Augenhöhe durch den wissenschaftlichen Leiter des Schülerlabors und durchschnittlich vier studentische Hilfskräfte. Führungen oder Besichtigungen von Einrichtungen und Laboratorien wurden zum Zeitpunkt der Evaluation nicht angeboten. In Ermangelung einer betriebseigenen Kantine findet das Mittagessen bei Bedarf in einem Selbstbedienungsrestaurant statt.



DLR_School_Lab Köln-Porz. Das DLR_School_Lab Köln-Porz ist in der Entstehungsgeschichte das dritte Schülerlabor des DLR. Es nahm seinen Betrieb im Frühjahr 2003 auf und wurde in der 380m² großen Halle der Humanzentrifuge des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin eingerichtet (s. Abb. 5.3). Ursprünglich trainierten dort Astronauten für ihre Flüge. Gegenwärtig wird sie mehrmals jährlich für raumfahrtmedizinische Forschungsprojekte genutzt.

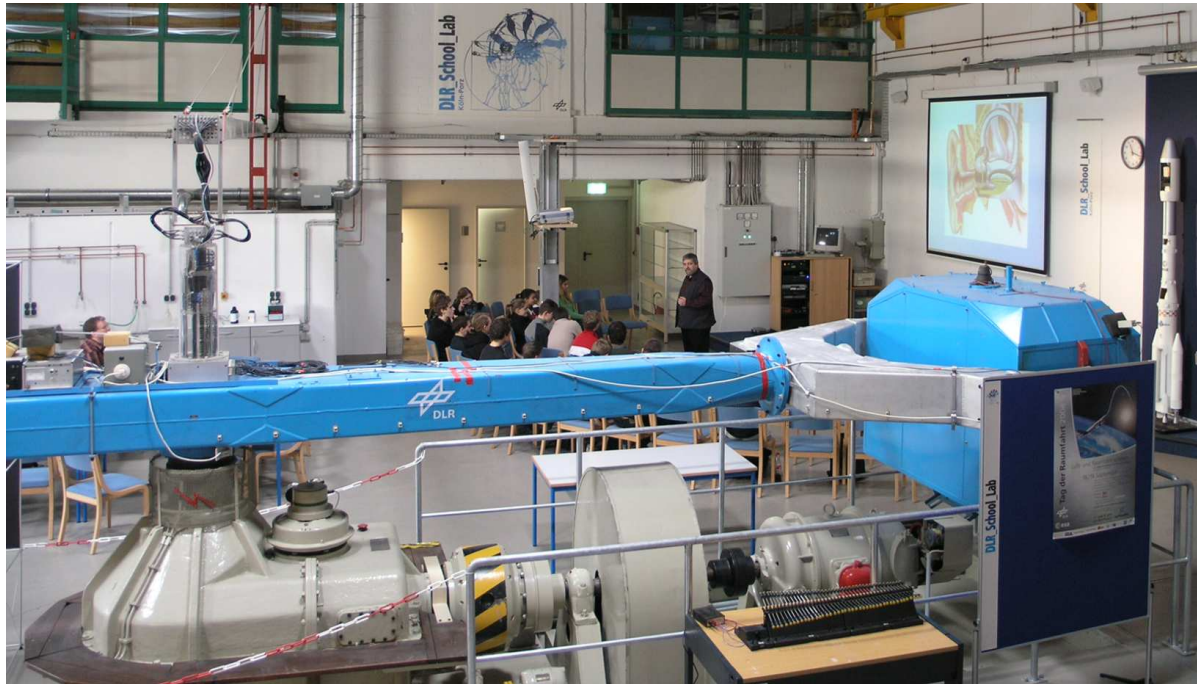


Abb. 5.3: Die Humanzentrifuge des DLR_School_Labs Köln-Porz. Im Hintergrund verfolgen die Schüler den Vortrag zum Thema Pantoffeltierchen.

Einen Überblick über die in dieser Halle angebotenen Experimente gibt Tab. 5.2. Mit Ausnahme der während der Untersuchung selten eingesetzten Brennstoffzelle (s. DLR_School_Lab Berlin-Adlershof) und dem Minifallturm handelt es sich bei den Versuchen um standorttypische Themen mit aufwendigen Aufbauten. Eine Besonderheit im Vergleich zu den anderen Einrichtungen sind die beiden nichtphysikalischen Experimente Gravitationsbiologie und solare Wasserreinigung.

Die Zentrifuge, aber auch die übrigen Instrumente und Geräte sowie der Raum in seiner Gesamtheit hinterlassen bei den Besuchern den Eindruck einer authentischen Forschungsumgebung. Insbesondere ist es für die Schüler spannend zu erfahren, dass in dieser Halle bereits Astronauten trainierten und nach wie vor medizinische Studien für Reisen ins Weltall durchgeführt werden. Wie im DLR_School_Lab Göttingen experimentieren die Gruppen hier gemeinsam in einem Raum und erfahren neben den Experimenten, die sie selbst durchführen, auch vieles von dem, was die anderen Gruppen machen. Die Betreuung der Schüler obliegt dem wissenschaftlichen Leiter des Schülerlabors, einem weiteren Wissenschaftler sowie durchschnittlich vier studentischen Hilfskräften.

Im Laufe des Labortages werden neben einer in allen DLR_School_Labs absolvierten Einführung in das DLR noch zwei weitere einleitende Vorträge zu den Themen Pantoffeltierchen und Kometen gehalten sowie zwei Führungen über das große Forschungsgelände durchgeführt. In der einen wird im Rahmen des Kometensimulationsexperiments unter anderem ein Modell der Kometensonde Rosetta gezeigt und deren Mission erläutert. Während der anderen Führung auf dem Rückweg von der Kantine wird mit der ganzen Gruppe ein großer Sonnenofen besichtigt und dessen Funktionsweise erklärt.

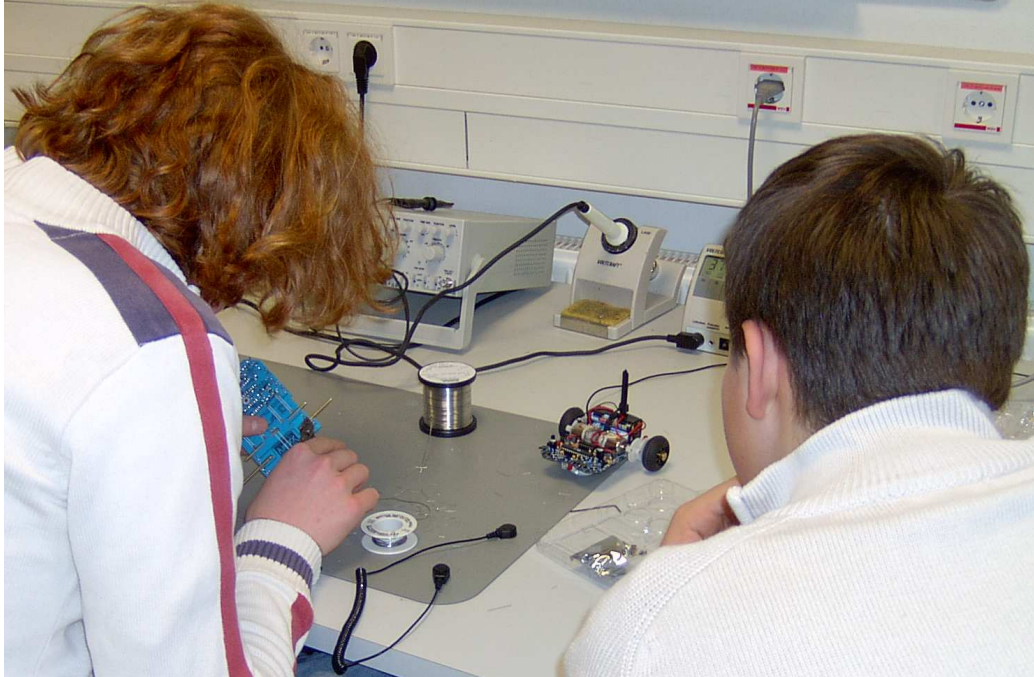


Abb. 5.4: Schüler beim Bau eines Roboters im DLR_School_Lab Oberpfaffenhofen.



DLR_School_Lab Oberpfaffenhofen. Seit dem Sommer 2003 gibt es das DLR_School_Lab Oberpfaffenhofen. Es hat seinen Sitz inmitten der dortigen wissenschaftlichen Institute. Auf einer Fläche von insgesamt 380m² stehen u. a. zwei Experimentallabore und ein Datenlabor zur Verfügung. In diesen Räumen können insbesondere von

Oberstufenschülern die in Tab. 5.2 angegebenen Versuche durchgeführt werden.

Ein für viele Schüler besonders faszinierendes Experiment ist die Robotik (s. Abb. 5.4): Vom Bau eines Roboters bis hin zur Programmierung haben die Schüler alles in der Hand und sind stolz und glücklich, wenn der selbst gebaute und programmierte Roboter am Ende tatsächlich wie geplant funktioniert¹. Die Betreuung der Schüler bei den Experimenten erfolgt in der Regel durch den leitenden Wissenschaftler, einen weiteren Wissenschaftler sowie vier studentische Hilfskräfte.

Im Rahmen einzelner Experimente, also auch nur für den Teil der Schüler, die das jeweilige Experiment durchführen, gibt es verschiedene Vorträge und Führungen über das Gelände, beispielsweise eine GPS-gesteuerte Schnitzeljagd über das Flugfeld zum Raumfahrtkontrollzentrum. Letzteres beeindruckt dadurch, dass die einzelnen mit Computern, Bildschirmen und sonstigen technischen Geräten gefüllten Räume so aussehen, wie sie die Schüler aus Nachrichten über Raumfahrtmissionen kennen und eher mit Orten wie Cape Canaveral oder Houston in Verbindung bringen.

Aus aktuellen Anlässen wurden bei einzelnen Veranstaltungen während der Evaluation auch Sonderprogrammpunkte durchgeführt. Dazu gehörte beispielsweise einige Tage nach der Tsunami-Katastrophe in Asien ein Vortrag über die Unterstützung

¹ Der am DLR Oberpfaffenhofen entwickelte Roboter-Bausatz ist inzwischen im Elektronikfachhandel unter dem Namen ASURO (Another Small and Unique Robot from Oberpfaffenhofen) erhältlich.

und Koordinierung von Hilfskräften in den Krisenregionen anhand von Satellitenfotos. So begreifen die Schüler anschaulich und eindrucksvoll die praktische Relevanz der von ihnen oft als abstrakt wahrgenommenen Forschung.

5.2 Die befragten Schüler

Um der zentralen Fragestellung der vorliegenden Untersuchung nachzugehen wurde eine große Anzahl von Schülern befragt, die im Rahmen des Unterrichts im Klassen- oder Kursverband eines der untersuchten Schülerlabore besucht haben. Diese im Folgenden detailliert vorgestellte Stichprobe erlaubt insbesondere die angestrebten Teilgruppenvergleiche zwischen den Schülern aus der Mittel- und Oberstufe, den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe und den Schülerlaboren. Im Abschnitt 5.2.2 ist die Bildung von Interessengruppen und deren Zusammensetzungen beschrieben.

5.2.1 Zusammensetzung der Stichprobe

Für die vorliegende Untersuchung wurden zwischen Oktober 2004 und Mai 2005 die Teilnehmer von insgesamt 43 Veranstaltungen der DLR_School_Labs an allen vier im Abschnitt 5.1.2 vorgestellten Standorten befragt. Bei diesen Personen handelt es sich um Schüler der Jahrgänge 9 bis 13 vornehmlich aus Gymnasien. Vier befragte Besuchergruppen sind aus Realschulen und zwei aus Gesamtschulen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass eine differenzierte Auswertung nach Schulformen nicht angestrebt wurde und aufgrund der zum Teil unzureichenden Stichprobengröße auch nicht sinnvoll wäre. Bei den Gruppen aus den Jahrgängen 11 bis 13 handelt es sich um Leistungs-, Grund- oder andere von den Schülern gemäß den schulischen Bedingungen freiwillig gewählte Kurse in Physik oder einer anderen Naturwissenschaft.

Durch die verglichen mit anderen Schülerlaboruntersuchungen relativ große Anzahl evaluierter Schülergruppen sollten möglicherweise auftretende, die Ergebnisse beeinflussende Klasseneffekte minimiert werden. Gleichwohl ist anzunehmen, dass die interne Validität, d.h. die eindeutige Interpretierbarkeit beziehungsweise die Anzahl plausibler Alternativerklärungen der gewonnenen Ergebnisse, durch Selektionseffekte beeinträchtigt ist. Beispielsweise ist davon auszugehen, dass insbesondere engagierte Lehrer mit 'vorzeigbaren' Schülern ein Schülerlabor besuchen. Eine Verbesserung der internen Validität wird nach Bortz & Döring (2002) unter anderem durch die Verwendung von drei Messzeitpunkten erreicht.

Die externe Validität, d.h. die Übertragbarkeit der Ergebnisse, ist dagegen als hoch einzuschätzen. Sie wird durch die Natürlichkeit der Untersuchungsbedingungen und die repräsentative Stichprobe positiv beeinflusst (Bortz & Döring, 2002). Zum einen war der eigentliche Ablauf der Schülerlaborveranstaltung von der Untersuchung vollkommen unbeeinflusst. Zum anderen ergab sich die Stichprobe unabhängig von der Evaluation durch die Anmeldungen der Lehrer mit ihren Gruppen in den jeweiligen Schülerlaboren. Sie entspricht somit in wesentlichen Merkmalen wie der Klassenstufe oder dem Fachbereich der üblichen Zielgruppe und kann als eigenselektiert und repräsentativ für die DLR_School_Labs, aber nicht als eine zufällig zusammengesetzte Stichprobe eingestuft werden.

Während der 43 Veranstaltungen² haben insgesamt 842 Personen den ersten und 832 den zweiten Fragebogen ausgefüllt. Aus der dritten Befragung, an der alle in den Laboren befragten Klassen und Kurse teilgenommen haben, liegen von 764 Personen Fragebögen vor. Die Abweichungen erklären sich durch vorzeitige Beendigungen des Laborbesuchs einzelner Schüler aufgrund anderer Termine beziehungsweise durch die nicht vollzählige Anwesenheit beim Ausfüllen des dritten Fragebogens innerhalb des Unterrichts. Die Sechs bis Achtwochenfrist wurde in den meisten Fällen eingehalten. Vereinzelt erfolgte die Bearbeitung erst kurz nach einer telefonischen Erinnerung des verantwortlichen Lehrers nach achteinhalb bis neun Wochen.

Bei 756 Personen lassen sich die ausgefüllten Fragebögen aus allen drei Messzeitpunkten anhand des Erkennungs-codes (s. Abschnitt 4.2) eindeutig einander zuordnen. Allerdings haben 22 Schüler zumindest ganze Teile einzelner Fragebögen gar nicht oder nicht mit der gebotenen Sorgfalt ausgefüllt. Diese erstaunlich geringe Zahl zeigt die große Bereitschaft der Schüler zur konstruktiven Mitarbeit an der Untersuchung. Eventuell fühlten sie sich durch die instruierende Ansprache ernst genommen und haben die Bedeutung der Befragung erkannt (s. Anhang D, S. 240). Aber vermutlich waren sie eher aufgrund ihrer positiven Erfahrungen in den DLR_School_Labs zur konzentrierten Beantwortung der Fragebögen bereit. Die verbleibenden Datensätze von 734 Personen bzw. 87% aller befragten Personen bilden die Grundlage für die folgenden Auswertungen. Eine genauere Aufschlüsselung unter anderem nach den zu untersuchenden Teilgruppen befindet sich im Anhang C.1 auf S. 202.

5.2.2 Bestimmung und Beschreibung der Interessengruppen

Um genauer zu ergründen, wie die Schülerlabore auf die unterschiedlichen Schüler wirken, werden in der vorliegenden Studie insgesamt vier verschiedene Teilgruppenvergleiche durchgeführt. Davon ergeben sich drei aus den kategorischen Kriterien Schulstufenzugehörigkeit, Geschlecht und besuchtes Schülerlabor. Ein vierter Vergleich untersucht die Wirkung der Schülerlabore auf unterschiedliche Schülertypen. Zu diesem Zweck wurden bei der ersten Befragung neben den naturwissenschaftsbezogenen Sach- und Fachinteressen sowie dem Fähigkeitsselbstkonzept (s. Abschnitt 4.3) auch die Interessen der Schüler in einer umfassenderen Form erhoben. Die in Tabelle 5.3 aufgeführten Items behandeln verschiedene allgemeine Gebiete, für die sich die Jugendlichen im Vergleich zu ihren Mitschülern über- oder unterdurchschnittlich interessieren können. Im Gegensatz zu den im Abschnitt 4.3 genannten Instrumenten werden sie nicht über eine gemeinsame Skala ausgewertet. Die Einzelitems

2 Bei 24 der 43 Veranstaltungen war entweder der Verfasser der vorliegenden Studie oder eine evaluationserfahrene Kollegin vor Ort anwesend und haben die Befragung durchgeführt. Bei den restlichen 19 haben die verantwortlichen DLR_School_Lab-Betreuer die Fragebögen selbst verteilt (s. Abschnitt 4.2). Bei drei weiteren Veranstaltungen stellte sich im Nachhinein heraus, dass es sich bei den Teilnehmern um Hochbegabte bzw. Preisträger eines naturwissenschaftlichen Wettbewerbs handelte. Um die Ergebnisse nicht zu verfälschen wurden diese Veranstaltungen bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Weitere Besonderheiten oder Vorkommnisse, die gegen eine Verwendung der Daten ganzer Veranstaltungen sprechen, gab es nicht.

Im Vergleich zu meinen Mitschüler/innen beschäftige ich mich über das normale Maß hinaus mit folgendem Bereich:

- Mathematisch-naturwissenschaftlicher Bereich
- Gesellschaftlich-politischer Bereich
- Künstlerisch-musischer Bereich
- Philosophischer Bereich
- Handwerklicher Bereich
- Sprachlicher Bereich
- Technischer Bereich
- Sozialer Bereich

Tab. 5.3: Items der bei der ersten Befragung erhobenen allgemeinen Interessen in verschiedenen Bereichen. Das fünfstufige Antwortformat reichte von „trifft überhaupt nicht zu“ über „trifft eher nicht zu“, „teils teils“, „trifft eher zu“ bis „trifft völlig zu“.

	Mittelstufe		Oberstufe		Σ	T
	♂	♀	♂	♀		
Gruppe 1 / M	65	58	86	55	264	90%
Gruppe 2 / H	66	11	127	36	240	94%
Gruppe 3 / T	27	62	35	66	190	94%

Tab. 5.4: Zusammensetzung der Interessengruppen abhängig von der Schulstufe und dem Geschlecht. Ebenfalls angegeben ist die mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit T.

ergeben zusammen mit den anderen Dispositionen für jede Person ein individuelles Interessenprofil. Daraus lassen sich unterschiedliche Personengruppen mit ähnlichen Profilen innerhalb der Gruppen bilden.

Die Gruppenbildung anhand der individuellen Antwortmuster erfolgt durch eine Latente-Klassen-Analyse oder kurz LCA³ unter Zuhilfenahme der Software Winmira 2001 (Davies, 2001). Entsprechend der Lagen der Minima der informationstheoretischen Maße BIC und CAIC ergeben die empirischen Daten eine Drei-Gruppen-Lösung als beste Annäherung (s. Abb. 5.5). Von den aufgrund vereinzelt fehlender Antworten nur 694 berücksichtigten Schülern werden 38% der Gruppe 1, 35% der Gruppe 2 und 27% der Gruppe 3 zugeteilt. Die absoluten Zahlen sind in Tab. 5.4 aufgeführt. Die mittleren Zuordnungswahrscheinlichkeiten T können mit mindestens 90% als hoch angesehen werden (J. Rost, 2004).

Eine Charakterisierung der Gruppen erfolgt durch die Unterschiede zwischen den jeweils mittleren Bewertungen der in die Gruppenbildung einbezogenen Items und Skalen (s. Abb. 5.6). Die Schüler in der Gruppe 1 sind demnach relativ umfassend

3 Die LCA hat gegenüber dem Konkurrenzverfahren der Cluster-Analyse den Vorteil, dass sie keine Vorgaben beispielsweise über den Algorithmus der Clusterung benötigt. Allerdings setzt sie kategoriale Variablen voraus. Aus diesem Grund mussten für die Gruppenbildung die individuellen Mittelwerte bei den dispositionsbezogenen Skalen entsprechend dem Antwortformat auf- beziehungsweise abgerundet und somit kategorisiert werden.

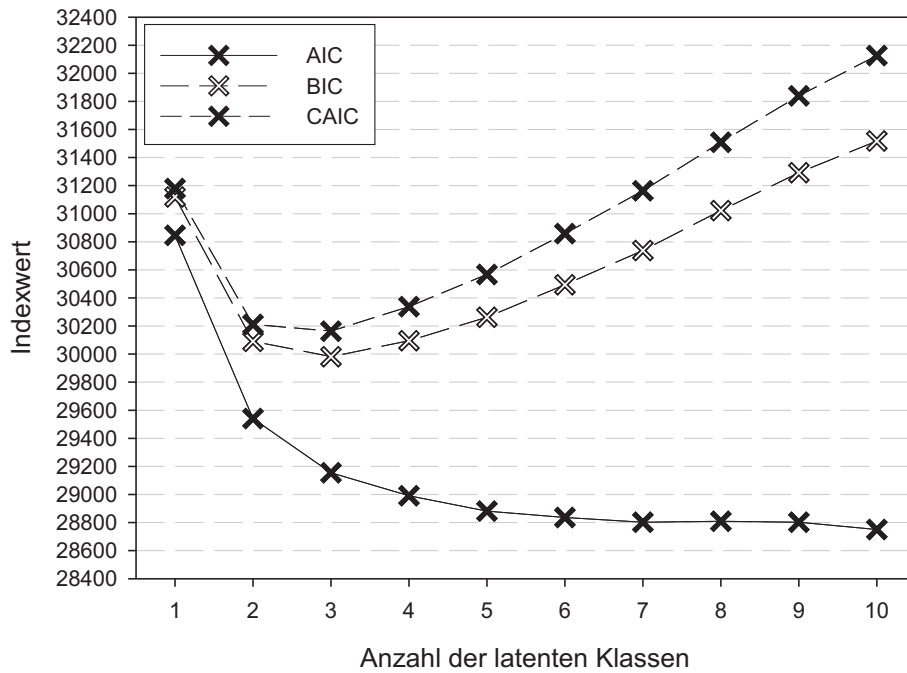


Abb. 5.5: Die Modellprüfung der LCA erfolgt durch die informationstheoretischen Maße BIC und CAIC, die im Gegensatz zum AIC den Stichprobenumfang berücksichtigen. Beide Maße haben ihr Minimum bei drei latenten Klassen. Folglich ist eine Drei-Gruppen-Lösung angebracht. Die Verbindungslinien dienen der Orientierung.

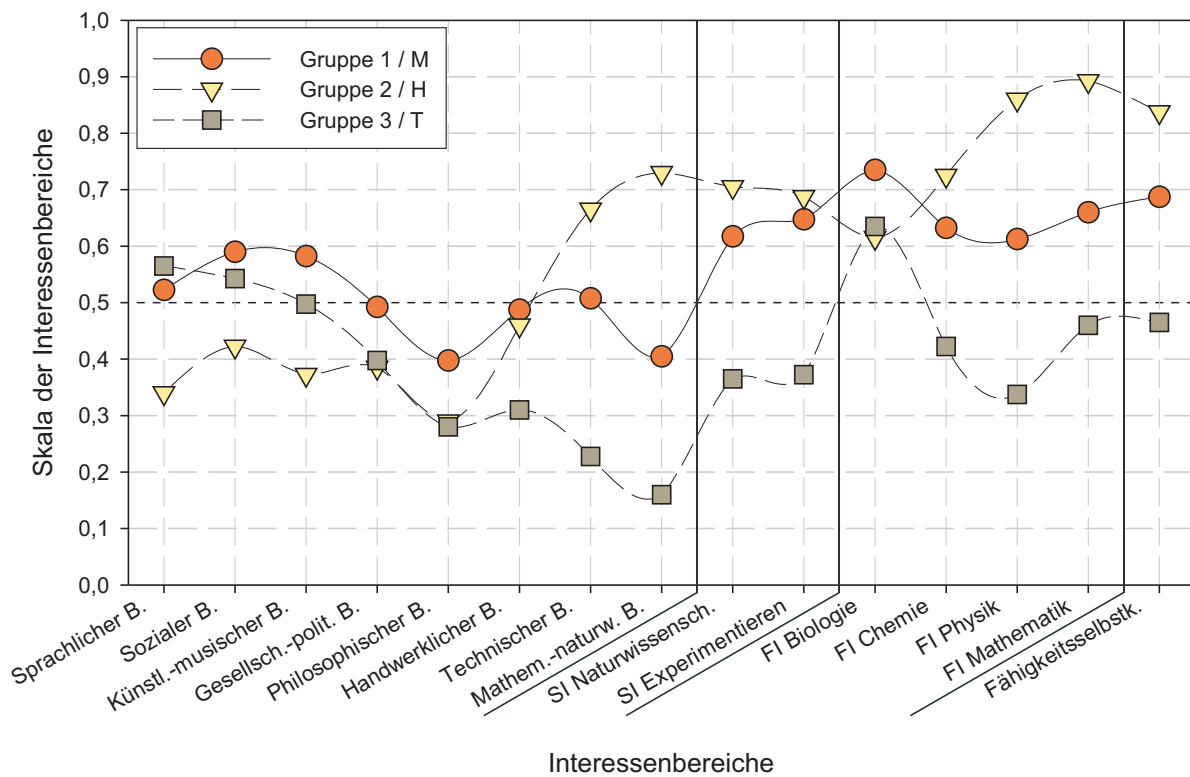


Abb. 5.6: Die Ausprägungen der Interessen der durch eine LCA gebildeten Interessengruppen verdeutlichen deren Unterschiede (SI / FI $\hat{=}$ Sach-/Fachinteresse). Die Verbindungslinien dienen der Orientierung.

beziehungsweise allgemein interessiert, wobei sie sich durch vergleichsweise höhere Werte im sozialen, künstlerisch-musischen, gesellschaftlich-politischen und philosophischen Bereich sowie beim Interesse am Biologieunterricht auszeichnen. Hinsichtlich der am deutlichsten differenzierenden Größen, die alle einen naturwissenschaftlichen, mathematischen oder technischen Bezug aufweisen, liegen die Werte durchschnittlich zwischen den anderen Gruppen. Dementsprechend wird die Gruppe 1 bei den weiteren Untersuchungen mit M(itte) bezeichnet. Bei der Gruppe 2 sind die Interessen im sprachlichen, sozialen und künstlerisch-musischen Bereich unterdurchschnittlich, aber dafür im technischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich besonders ausgeprägt. Das geht einher mit überdurchschnittlichen Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren, Fachinteressen an Chemie, Physik und Mathematik sowie einem hohen naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept. Daher wird die Gruppe 2 im Folgenden als H(och) benannt. Für die Schüler in Gruppe 3 ist dagegen festzustellen, dass sie in Relation zu den anderen allgemein relativ uninteressiert sind. Nur im sprachlichen Bereich ist das Interesse geringfügig stärker als bei der Gruppe M (in der Abb. 5.6 ganz links). Im Hinblick auf die naturwissenschafts-, mathematik- und technikbezogenen Aspekte liegen die Werte größtenteils deutlich unter denen der anderen Gruppen, weshalb eine Umbenennung der Gruppe 3 in T(ief) erfolgt.

Des Weiteren ist eine genauere Betrachtung der Gruppenzusammensetzungen nach Schulstufe und Geschlecht aufschlussreich (s. Tab. 5.4). Für die Schulstufen zeigt ein Chi-Quadrat-Test signifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Die Gesamtstichprobe von 694 Personen verteilt sich zu 42% auf die Mittel- und zu 58% auf die Oberstufe. Bei den Gruppen M und T liegen die Werte bei 47% zu 53% und bei der Gruppe H bei 32% zu 68%. Es zeigt sich, dass die naturwissenschaftlich besonders interessierte Gruppe erwartungsgemäß von den Schülern aus den naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen der Jahrgänge 11 bis 13 dominiert wird.

Bei der Geschlechterzusammensetzung belegt ein Chi-Quadrat-Test ebenfalls deutliche Abweichungen zwischen den einzelnen Gruppen ($p < 0,000$). Von den insgesamt 694 Personen sind 59% männlich und 41% weiblich. Die Geschlechterverteilung der Gruppe M weicht mit Werten von 57% beziehungsweise 43% nur gering davon ab. Aber die naturwissenschaftlich besonders interessierte Gruppe H ist mit 80% männlich und die bestenfalls sprachlich besonders interessierte Gruppe T mit 67% weiblich dominiert. Das Auftreten derartiger Interessenunterschiede zwischen den Geschlechtern ist keine neue Erkenntnis. Allerdings wird deutlich, dass eine getrennte Betrachtung der Geschlechter bezüglich der Interessen etwas oberflächlich und ungenau ist. Solche Untersuchungen, wie sie auch in der vorliegenden Studie durchgeführt werden, vernachlässigen Unterschiede innerhalb der Geschlechter. Nach dem differenzierenderen Ansatz über die LCA gibt es mit einem Anteil von 20% an der Gruppe H oder 16% der gesamten weiblichen Stichprobe eine nicht zu vernachlässigende Anzahl junger Frauen, die sich unter anderem für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich besonders interessieren. Umgekehrt sind junge Männer mit einem Anteil von 33% beziehungsweise 15% der gesamten männlichen Stichprobe in der Gruppe T mit den niedrigsten Interessen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich vertreten.

6 UNTERSUCHUNG DER HYPOTHESEN UND FORSCHUNGSFRAGEN

In diesem Kapitel werden die erhobenen Daten entsprechend der zentralen Fragestellung nach der Interessenförderung durch Schülerlabore und den maßgeblich beteiligten Faktoren ausgewertet. Die Fragestellung und die daraus im Abschnitt 4.1 entwickelten Hypothesen oder Forschungsfragen sind in drei Bereiche untergliedert. Der erste befasst sich mit den kurz- und längerfristigen Entwicklungen des aktuellen Interesses, des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts sowie der Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren. Die Ergebnisse werden im Anschluss an einen einführenden Überblick über die Datenlage im Abschnitt 6.2 beschrieben. Der zweite Bereich überprüft die Zusammenhänge zwischen dem aktuellen Interesse der Schüler und den als relevant erachteten personen- und schülerlaborbezogenen Faktoren. Die Ergebnisse sind im Abschnitt 6.3 dargestellt.

Die Untersuchungen der beiden ersten Bereiche erfolgen mit den Daten der Gesamtstichprobe, die sich aus Mittel- und Oberstufenschülern der Jahrgänge 9 bis 13 zusammensetzt (s. Abschnitt 5.2.1, ab S. 88). Es ist allerdings nicht davon auszugehen, dass der Besuch eines Schülerlabors auf unterschiedliche Besucher in der gleichen Weise und in einem gleichen Ausmaß wirkt. Aus diesem Grund erfolgen als dritter Bereich im Abschnitt 6.4 detailliertere Teilgruppenanalysen: Die Schulstufen, die Geschlechter innerhalb der Mittelstufe, die Schülergruppen mit verschiedenen Interessen und die evaluierten Schülerlabore werden im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den erhobenen Variablen und deren Entwicklungen untersucht.

Für einen leichteren Überblick und ein besseres Verständnis werden am Ende der einzelnen Abschnitte die zentralen Resultate kurz zusammengefasst und interpretiert. Am Ende des Kapitels erfolgt eine Gegenüberstellung und Einordnung der vergleichbaren neuen Ergebnisse mit den Befunden der Pilotstudie und den anderen in Kapitel 3 vorgestellten Untersuchungen.

6.1 Einführender Überblick über die Variablen

Im Folgenden soll zunächst eine allgemeine Übersicht über die empirische Datenlage bei den inhaltlich im Abschnitt 4.3 vorgestellten und im Anhang ab S. 195 dokumentierten Skalen vermittelt werden. Die Grundlage für die Berechnung der Skalenwerte bilden die von der aus 734 Personen bestehenden Gesamtstichprobe (s. Abschnitt 5.2, S. 88 und Tab. C.1, S. 202) abgegebenen Bewertungen der einzelnen skalenbildenden Feststellungen. Die resultierenden Mittelwerte und deren Standardabweichung sind in Tab. 6.1, unterteilt in die drei Befragungszeitpunkte, aufgeführt. Für die Erleichterung von Vergleichen mit den Ergebnissen älterer und eventuell nachfolgender Studien erfolgte eine Normierung auf ein Intervall von null ($\hat{=}$ „stimmt gar nicht“) bis eins ($\hat{=}$ „stimmt völlig“).

Mittelwerte und Standardabweichungen der Skalen	T1		T2		T3	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
<i>Dispositionale Variablen ...</i>						
Fachint. Biologie	0,62	0,28				
Chemie	0,56	0,30				
Mathematik	0,64	0,29				
Physik	0,58	0,29				
Sachint. Naturwissensch.	0,58	0,19			0,59	0,20
Experimentieren	0,59	0,23			0,56	0,23
Fähigkeitsselbstkonzept	0,67	0,19	0,70	0,19	0,69	0,20
<i>Wahrgen. Laborvariablen ...</i>						
Alltagsbezug			0,68	0,20		
Authentizität			0,68	0,18		
Aktive Beteiligung			0,64	0,19		
Betreuung / Atmosphäre			0,83	0,13		
Herausforderung			0,50	0,22		
Offenheit			0,65	0,24		
Verständlichkeit			0,74	0,14		
Zusammenarbeit			0,64	0,21		
<i>Aktuelles Interesse ...</i>						
Emotionale Komponente			0,82	0,16	0,79	0,19
Wertbezogene Komponente			0,75	0,16	0,74	0,18
Epistemische Komponente			0,52	0,20	0,49	0,21

Tab. 6.1: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der Skalen für die Gesamtstichprobe. Die Reliabilitäten der Skalen und die Trennschärfekoeffizienten der einzelnen Items sind im Anhang B ab Seite 195 dokumentiert.

Viele Mittelwerte sind verhältnismäßig groß. Das gilt insbesondere für die wahrgenommenen Laborvariablen *Betreuung / Atmosphäre* und *Verständlichkeit* aus der zweiten Befragung (T2) sowie für die emotionale und die wertbezogene Komponente des aktuellen Interesses aus der zweiten und der dritten Befragung (T2/T3). Folglich haben die Items dieser Skalen viel Zustimmung erfahren und somit eine relativ kleine Itemschwierigkeit. Aufgrund der damit einhergehenden unzureichenden Differenzierung kann es bei den folgenden Untersuchungen in Verbindung mit diesen Skalen zu Deckeneffekten kommen und es besteht die Gefahr einer Unterschätzung bei der Interpretation der Ergebnisse. Darüber hinaus ist die im Prinzip für die Anwendung einiger statistischer Auswertungsverfahren (z.B. t-Tests) notwendige Normalverteilung der Daten nicht gegeben. Der Kolmogorov-Smirnov-Test ergibt für alle Skalen eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung. Allerdings sind viele dieser Verfahren bei etwa gleich großen Stichproben mit $n \geq 30$ relativ robust gegenüber einer Verletzung der Voraussetzung (s. z.B. Bortz, 2005). Aus diesem Grund werden sie in den folgenden Analysen angewandt und die Ergebnisse nach Möglichkeit zusätzlich durch verteilungsfreie, sogenannte nichtparametrische Tests abgesichert. Die für diese Studie wichtigsten Verfahren werden im Anhang A ab Seite 191 kurz erläutert.

Für die Analysen wird als Signifikanzniveau $\alpha=0,05$ festgelegt. Folglich liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit, also die Wahrscheinlichkeit, dass die Ergebnisse zufallsbedingt sind, bei maximal 5%. Allerdings liefern die Untersuchungen von Unterschieden, beispielsweise zwischen verschiedenen Personengruppen oder Messzeitpunkten, mit zunehmender Größe der Stichprobe häufiger signifikante Differenzen. Aus diesem Grund erfolgt bei derartigen Analysen zusätzlich die Berechnung der Effektstärke d nach der im Anhang auf S. 192 aufgeführten Formel. Sie ermöglicht vergleichbare Aussagen über die tatsächlichen Ausmaße der festgestellten Unterschiede.

Um einen weitergehenden Überblick über Daten zu erhalten ist es sinnvoll, die jeweiligen Verbindungen innerhalb der dispositionsbezogenen Skalen, der wahrgenommenen Laborvariablen und des aktuellen Interesses zu untersuchen. Die zu diesem Zweck nach Spearman berechneten Korrelationskoeffizienten ρ geben Auskunft über die Stärke der Zusammenhänge. Die Korrelationen zwischen den vor der Veranstaltung im Schülerlabor abgefragten Interessen an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern inklusive der Mathematik, den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren sowie dem Fähigkeitsselbstkonzept sind sehr gering bis mittelstark (s. Tab. C.2, S. 203). Angesichts der aus theoretischer Sicht bestehenden wechselseitigen Beziehungen zwischen den schulbezogenen Interessen, den schulunabhängigen dispositionalen Interessen und dem Fähigkeitsselbstkonzept (s. Kapitel 2) entsprechen die Korrelationen den Erwartungen.

Die Zusammenhänge zwischen den am Ende des Laborbesuchs erhobenen acht wahrgenommenen Laborvariablen sind höchstens von geringer Stärke, was grundsätzlich darauf hindeutet, dass mit den einzelnen Skalen weitgehend voneinander unabhängige spezifische Eigenschaften der Lernumgebung erhoben wurden (s. Tab. C.3, S. 203). Deutlichere Korrelationen bestehen zwischen der emotionalen, der wertbezogenen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses. Die Koeffizienten sind im Anschluss an den Laborbesuch und sechs bis acht Wochen später von geringer bis mittlerer Stärke (s. Tab. C.4, S. C.4). Das ist ebenfalls erwartungskonform, schließlich handelt es sich bei den drei Komponenten um einzelne Facetten eines gemeinsamen übergeordneten Interessenkonstrukts.

6.2 Untersuchungen zur Interessenförderung

Der erste Teil der zentralen Fragestellung beschäftigt sich mit den aus einem Schülerlaborbesuch resultierenden Wirkungen und deren Nachhaltigkeit. Beide Aspekte werden in diesem Abschnitt getrennt nach dem aktuellen Interesse, dem naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept sowie den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren untersucht. Die Ergebnisse über die zeitlichen Entwicklungen basieren auf kurzfristigen Veränderungen zwischen der ersten Befragung zu Beginn der Veranstaltung und der zweiten am Ende sowie auf längerfristigen Veränderungen bis zur dritten Befragung sechs bis acht Wochen später.

Aktuelles Interesse. Die Förderung der Interessen der Jugendlichen an den Naturwissenschaften ist ein Hauptziel von Schülerlaboren. Um ein dispositionales Interesse zu erzeugen oder zu verstärken, müssen die Labore zunächst ein aktuelles

Interesse wecken, welches eine gewisse Zeit lang aufrechterhalten bleibt (s. Abb. 4.1 oben, S. 66).

Die untersuchten Schülerlabore erzeugen bei sehr vielen Schülern ein hohes aktuelles Interesse, wie die bereits in Tab. 6.1 auf S. 94 aufgeführten Mittelwerte belegen. Im Anschluss an den Besuch haben 95% der befragten Schüler bei der emotionalen Komponente einen Wert oberhalb von 0,5 beziehungsweise „stimmt teilweise“ erreicht, bei der wertbezogenen sind es 91% und bei der epistemischen 50%. Zum Zeitpunkt der dritten Befragung liegen die Werte immer noch bei beachtlichen 89%, 87% und 44%. Der Besuch hat folglich - auch rückblickend nach sechs bis acht Wochen - nahezu allen Schülern Spaß gebracht, er wird von fast ebenso vielen als eine persönlich wichtige Erfahrung eingestuft und ungefähr jede zweite Person will sich weiterhin mit den im Schülerlabor behandelten Themen beschäftigen. Bei einer konservativen Betrachtung ausschließlich anhand der epistemischen Komponente, die für eine mögliche weitere aktive Auseinandersetzung mit den Themen als besonders relevant eingestuft wird, kann man davon ausgehen, dass bei etwa der Hälfte der Schüler ein aktuelles Interesse geweckt wird. Werden in Übereinstimmung mit der Interessentheorie von Krapp alle drei Komponenten gleich gewichtet (s. Abschnitt 2.1.2), liegen zu T2 91% und zu T3 85% der Mittelwerte der Schüler über „stimmt teilweise“ und sogar 37% beziehungsweise 34% über „stimmt ziemlich“. Dementsprechend entsteht durch den Laborbesuch bei ungefähr neun von zehn befragten Schülern ein ausgeprägteres aktuelles Interesse, welches bei über einem Drittel aller Personen als groß zu bezeichnen ist.

Die geringfügig sinkenden Prozentzahlen zwischen der zweiten und dritten Befragung deuten bereits auf ein längerfristiges Absinken des aktuellen Interesses hin. Ob derartige Veränderungen statistisch signifikant oder nur zufallsbedingte Schwankungen sind, wird mit einem t-Test für abhängige Stichproben überprüft und aufgrund der nicht gegebenen Normalverteilung mit einem Wilcoxon-Test abgesichert. Beide liefern für die emotionale und die epistemische Komponente des aktuellen Interesses ein signifikantes Absinken von der 2. zur 3. Befragung. Die zugehörigen Effektstärken sind klein (s. Abb. 6.1). Die Veränderung der wertbezogenen Komponente ist dagegen nicht signifikant. Insgesamt betrachtet gelingt es den untersuchten Schülerlaboren bei sehr vielen Schülern ein nachhaltiges aktuelles Interesse zu wecken, welches im Laufe der sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch im Mittel höchstens geringfügig verblasst. Das entspricht den Erwartungen. Insofern ist die Hypothese H1 über den Verlauf des aktuellen Interesses bestätigt.

Fähigkeitsselbstkonzept. Eine andere Möglichkeit für Schülerlabore, das Interesse der Schüler zu fördern, besteht aufgrund der engen Verbindung in der Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts (s. Abb. 4.1 mitte, S. 66). Durch Wilcoxon-Tests abgesicherte t-Tests für abhängige Stichproben zeigen einen signifikanten Anstieg zwischen der Befragung vor und nach der Schülerlaborveranstaltung, während das anschließende Absinken im Laufe der folgenden sechs bis acht Wochen nur tendenziell beziehungsweise statistisch nicht signifikant ist (s. Abb. 6.2). Von der ersten zur letzten Erhebung betrachtet liefern die Tests immer noch einen signifikanten Anstieg verbunden mit einer kleinen Effektstärke. Die Schülerlabore fördern folglich das Interesse, indem sie

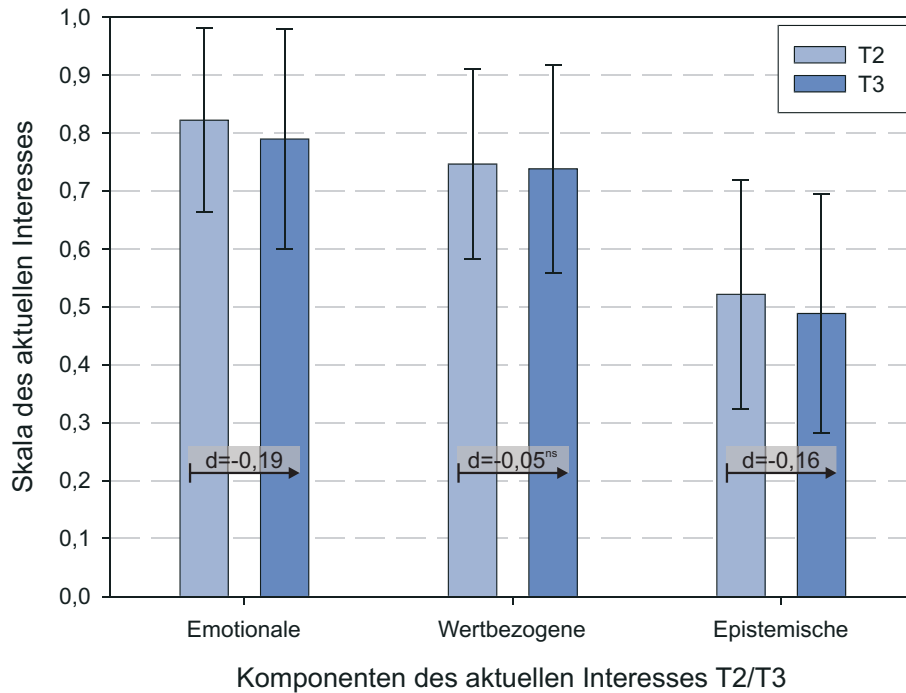


Abb. 6.1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten und dritten Befragung. Der Unterschied bei der durch ns gekennzeichneten Effektstärke bezüglich der wertbezogenen Komponente ist im beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant, während die emotionale und die epistemische Komponente in beiden Tests signifikant sinken.

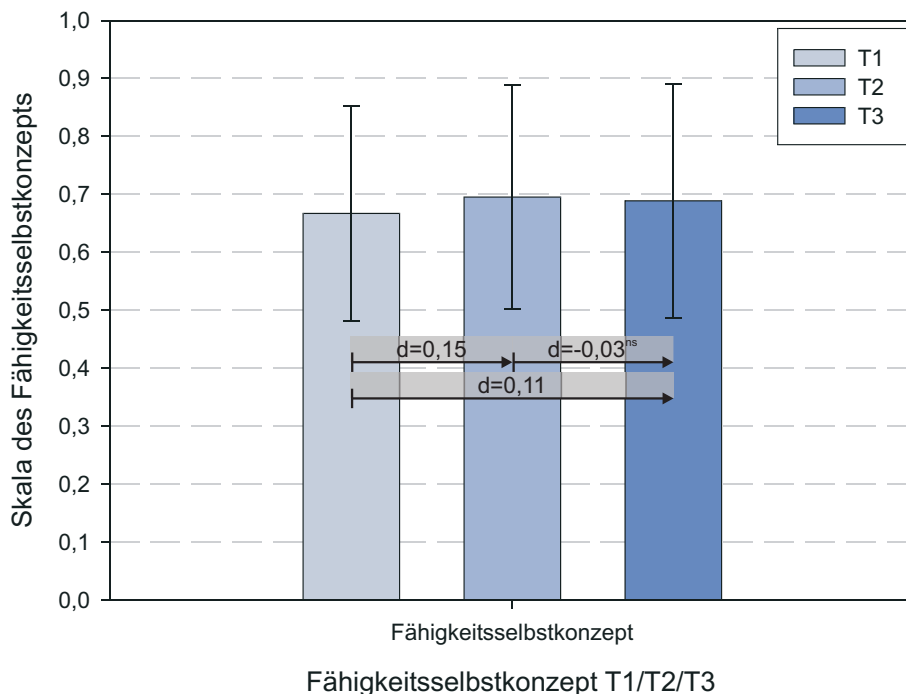


Abb. 6.2: Mittelwert und Standardabweichung des Fähigkeitsselbstkonzepts aus allen drei Befragungen. Die Anstiege von T1 zu T2 beziehungsweise T3 sind im Gegensatz zu der Veränderung bei der mit ns gekennzeichneten Effektstärke zwischen T2 und T3 beim t- und beim Wilcoxon-Test signifikant.

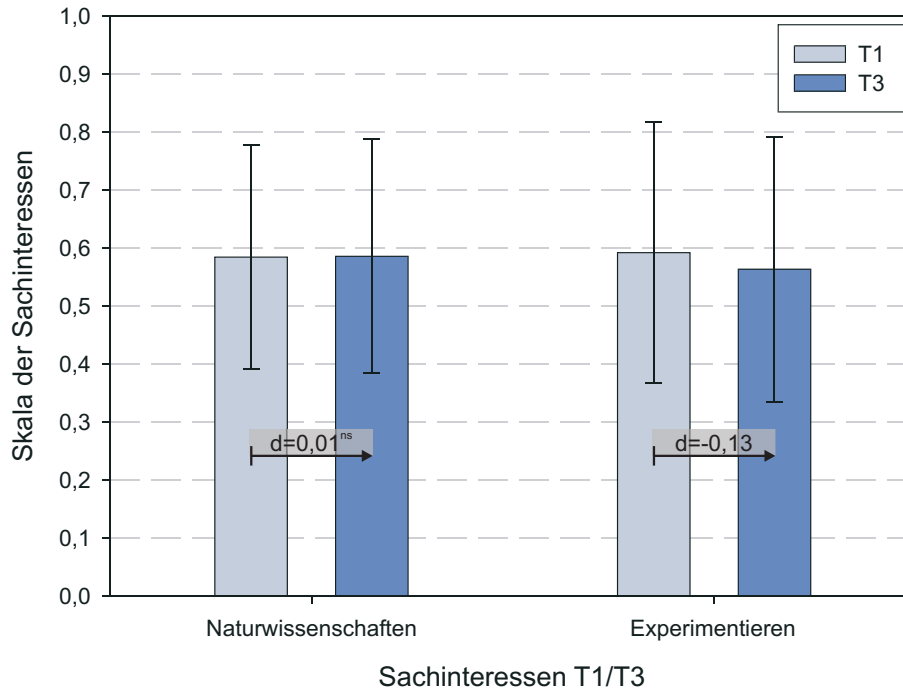


Abb. 6.3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Sachinteressen aus der ersten und der dritten Befragung. Die Veränderung bei der durch ns gekennzeichneten Effektstärke bezüglich des Sachinteresses an den Naturwissenschaften ist beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Das Sachinteresse am Experimentieren sinkt in beiden Fällen signifikant.

kurz- und längerfristig das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler steigern. Somit ist die Hypothese H2 über die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts bestätigt. Allerdings ist die längerfristige Wirkung mit dieser Untersuchung nicht eindeutig dem Schülerlabor zuzuordnen. Andere Vorkommnisse in den Wochen nach dem Laborbesuch, über die keine Informationen erhoben wurden, können ebenso ursächlich sein.

Sachinteressen. Für die Steigerung dispositionaler Interessen ist die Auseinandersetzung mit einem (potentiellen) Interessengegenstand, ein aktuelles Interesse oder ein gesteigertes Fähigkeitsselbstkonzept eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung (s. Abb. 4.1 unten, S. 66). Für das Sachinteresse an den Naturwissenschaften sind mit dem t-Test für abhängige Stichproben und dem Wilcoxon-Test erwartungsgemäß keine längerfristigen Veränderungen zwischen der ersten und der letzten Befragung festzustellen (s. Abb. 6.3). Beim Sachinteresse am Experimentieren liefern die Tests ein signifikantes Absinken verbunden mit einer kleinen Effektstärke. Dieses auf den ersten Blick ernüchternde Ergebnis bedarf in der folgenden Zusammenfassung und Interpretation einer ausführlicheren Diskussion. Insgesamt betrachtet ist somit die Hypothese H3 über die unveränderten Sachinteressen nur zum Teil bestätigt. Allerdings ist zu beachten, dass die Entwicklungen aus den gleichen Gründen wie beim Fähigkeitsselbstkonzept nicht eindeutig dem Schülerlaborbesuch zugeordnet werden können. Hier sind beispielsweise Wechselwirkungen mit dem Unterricht nach dem Laborbesuch denkbar.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Die Schülerlabore wecken nach einer konservativen Betrachtungsweise, die sich auf die epistemische Komponente beschränkt, bei der Hälfte und, wenn alle drei Komponenten als gleichgewichtig angesehen werden, bei 91% der Schüler ein ausgeprägtes aktuelles Interesse.
- Das aktuelle Interesse ist sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch noch weitgehend vorhanden, schließlich ändert sich die wertbezogene Komponente nicht und die emotionale sowie die epistemische Komponente sinken nur geringfügig.
- Das naturwissenschaftbezogene Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler steigt von der ersten zur zweiten beziehungsweise zur dritten Befragung geringfügig.
- Das Sachinteresse der Schüler an den Naturwissenschaften ändert sich zwischen der ersten und der letzten Befragung nicht. Das Sachinteresse am Experimentieren sinkt in der Zeit geringfügig.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Der Besuch der untersuchten DLR_School_Labs hinterlässt bei erstaunlich vielen Schülern Spuren in deren Köpfen. Zum einen weckt er ein ausgeprägtes aktuelles Interesse. Fast allen befragten Personen bringt der Besuch im Schülerlabor sehr viel Spaß und er wird von ihnen als eine persönlich wichtige Erfahrung eingestuft. Etwa die Hälfte der befragten Personen will sich sogar weiter mit den im Labor behandelten Themen beschäftigen. Zum anderen steigert er das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept. Beide Wirkungen sind auch mehrere Wochen nach dem Laborbesuch noch weitgehend vorhanden und nachweisbar. Insofern erfüllen die DLR_School_Labs die aus theoretischer Sicht als wesentlich erachteten Bedingungen für die Förderung der dispositionalen Interessen der Schüler an den behandelten naturwissenschaftlichen Themen.

Eine der Ursachen für das erwartete und nur teilweise festgestellte geringfügige Absinken des aktuellen Interesses ist sicherlich ein leichtes Verblässen der Erinnerungen an den Laborbesuch aufgrund der vielen anderen Eindrücke, die in den folgenden Wochen auf die Schüler einwirkten. Dies gilt insbesondere für die eng mit der aktuellen Situation verknüpften positiven Emotionen und das Bedürfnis der Schüler, sich mit den behandelten Themen weiter auseinander zu setzen. Die nicht vorhandene Änderung bei der wertbezogenen Komponente belegt eine anhaltende persönliche Wertschätzung der Schüler für die Veranstaltung im Schülerlabor. Des Weiteren zeigt die Entwicklung des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts, dass es den DLR_School_Labs offenbar gelingt, den Schülern für eine längere Zeit wirksame Kompetenzerlebnisse zu vermitteln.

Ein aktuelles Interesse oder ein gesteigertes Fähigkeitsselbstkonzept sind notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzungen zur Förderung der nur langsam veränderlichen dispositionalen Interessen, zu denen die Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren zählen. Insofern wurden diesbezüglich im Mittel keine Veränderungen bei den befragten Schülern erwartet und bei dem Sachinteresse an den Naturwissenschaften auch nicht festgestellt. Allerdings sinkt das

Sachinteresse am Experimentieren geringfügig. Das Ergebnis ist in Ermangelung einer Erhebung bei der zweiten Befragung nicht eindeutig dem Schülerlaborbesuch zuzuschreiben. Gleichwohl bieten sich drei Erklärungsansätze an. Erstens ist das Interesse am Experimentieren eventuell durch die Schülerlabore 'befriedigt' worden. Zweitens ist es möglich, dass die Schülervorstellungen nicht mit der naturwissenschaftlichen Realität übereinstimmten und die Schülerlabore einen realistischeren Eindruck von einem intellektuell anspruchsvollen, zeit- und arbeitsaufwendigen Experimentieren anstelle eines eher spielerischen Ausprobierens vermittelt haben. Drittens kann die Abnahme eines auf einer umfassenden Ebene erhobenen Interesses die Folge einer zunehmenden Ausdifferenzierung und Spezifizierung der Interessen sein, wie sie Krapp bei Auszubildenden festgestellt hat (s. Abschnitt 2.1.6). Nach den drei Erklärungsansätzen ist die Abnahme des allgemeinen Sachinteresses am Experimentieren nicht negativ zu interpretieren.

6.3 Untersuchungen über die beteiligten Faktoren

Der zweite Teil der zentralen Fragestellung dieser Untersuchung befasst sich mit den maßgeblich an der Interessenförderung beteiligten Faktoren. Aufgrund der theoretischen Überlegungen und der bestehenden empirischen Ergebnisse wurden als mögliche Faktoren auf der Seite der Schüler die Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren, die Fachinteressen an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern sowie das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept identifiziert. Auf der Seite der Schülerlabore handelt es sich um die von den Schülern wahrgenommenen Laborvariablen *Alltagsbezug*, *Authentizität*, *aktive Beteiligung*, *Betreuung / Atmosphäre*, *Herausforderung*, *Offenheit*, *Verständlichkeit* und *Zusammenarbeit*. Das zu weckende aktuelle Interesse beinhaltet eine emotionale, eine wertbezogene und eine epistemische Komponente. Aus der theoretischen Perspektive bestehen zwischen dem aktuellen Interesse der Schüler, den personenbezogenen Faktoren und den schülerlaborbezogenen Faktoren jeweils positive Zusammenhänge (s. Abb. 4.2, S. 68).

Zunächst werden die Korrelationen zwischen den wahrgenommenen Laborvariablen einerseits und den vor dem Laborbesuch bestehenden Fachinteressen, Sachinteressen sowie dem Fähigkeitsselbstkonzept andererseits untersucht. Ein Drittel der in Tab. 6.2 aufgeführten möglichen Zusammenhänge ist nicht signifikant. Das betrifft insbesondere die wahrgenommenen Laborvariablen *Offenheit* und *Herausforderung*. Vier von zehn möglichen Korrelationen sind sehr gering und der Rest, ungefähr jede vierte Kombination, korreliert nur gering. Hier fällt vor allem die *Verständlichkeit*, aber auch die *Zusammenarbeit*, die *aktive Beteiligung* und der *Alltagsbezug* durch eine Mehrzahl vergleichsweise hoher Korrelationen auf.

Des Weiteren sind die Zusammenhänge zwischen den wahrgenommenen Laborvariablen und den Komponenten des aktuellen Interesses zu untersuchen. Die einzelnen Korrelationskoeffizienten sind in Tab. 6.3 aufgeführt und in den meisten Fällen als gering zu bezeichnen. Die durchschnittlich kleinsten Zusammenhänge bestehen bei der *Herausforderung*, der *Offenheit* und der *aktiven Beteiligung*. Demgegenüber korrelieren die *Verständlichkeit*, die *Betreuung / Atmosphäre* und der *Alltagsbezug*

6.3 Untersuchungen über die beteiligten Faktoren

Korrelationskoef. ρ nach Spearman	Fachinteresse				Sachinteresse		Selbstkonz.
	Bio.	Chem.	Mathe.	Phys.	Nawi.	Exp.	
Alltagsbezug	0,13	0,18	0,04 ^{ns}	0,15	0,24	0,20	0,16
Authentizität	0,11	0,10	0,07 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,10	0,08*	0,07 ^{ns}
Akt. Beteiligung	0,09*	0,17	0,15	0,26	0,20	0,18	0,23
Betreuung/Atmo.	0,17	0,17	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,14	0,16	0,13
Herausforderung	-0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,10	-0,07 ^{ns}
Offenheit	0,05 ^{ns}	0,09*	-0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Verständlichkeit	0,19	0,25	0,20	0,32	0,36	0,27	0,39
Zusammenarbeit	0,11	0,21	0,13	0,22	0,25	0,24	0,17

Tab. 6.2: Korrelationen zwischen den wahrgenommenen Laborvariablen aus der zweiten und den Dispositionen aus der ersten Befragung. Viele Zusammenhänge sind nicht signifikant (ns). Die mit * gekennzeichneten Werte sind auf dem 0,05-Niveau, die Übrigen auf dem 0,01-Niveau signifikant (zweiseitig). Korrelationen ab 0,2 sind fett hervorgehoben.

Korrelationskoef. ρ nach Spearman	Komponenten des aktuellen Interesses (T2)		
	Emotionale	Wertbezogene	Epistemische
Alltagsbezug	0,37	0,35	0,39
Authentizität	0,29	0,30	0,39
Akt. Beteiligung	0,24	0,26	0,31
Betreuung/Atmo.	0,45	0,47	0,35
Herausforderung	0,13	0,18	0,23
Offenheit	0,33	0,18	0,21
Verständlichkeit	0,49	0,32	0,47
Zusammenarbeit	0,24	0,30	0,40

Tab. 6.3: Korrelationen zwischen den wahrgenommenen Laborvariablen und dem aktuellen Interesse (alle aus der zweiten Befragung). Sämtliche Zusammenhänge sind auf dem 0,001 Niveau signifikant (zweiseitig). Korrelationen ab 0,2 sind fett hervorgehoben.

überdurchschnittlich. Im Hinblick auf das aktuelle Interesse sind die Korrelationen bei der epistemischen Komponente am größten und bei der wertbezogenen Komponente am niedrigsten.

Einen genaueren Aufschluss über die Bedeutung der wahrgenommenen Laborvariablen für die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses liefert eine multiple lineare Regression. In der Tab. 6.4 sind die standardisierten β -Gewichte der wahrgenommenen Laborvariablen als Prädiktorvariablen für die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses als Kriteriumsvariablen aufgeführt. Eine vergleichsweise große Relevanz für mehr als eine Interessenkomponente haben die *Betreuung / Atmosphäre* und die *Verständlichkeit*. Letztere und der *Alltagsbezug* sind als einzige Laborvariablen für alle drei Komponenten des aktuellen Interesses signifikante Prädiktoren. Die *Authentizität*, die *aktive Beteiligung*, die *Herausforderung* und die *Zusammenarbeit* sind nur für die wertbezogene und die epistemische, die *Offenheit* dagegen nur für die emotionale Komponente relevant. Insgesamt betrachtet gibt es aber keine

Standardisierte β -Gewichte	Komponenten des aktuellen Interesses (T2)		
	Emotionale	Wertbezogene	Epistemische
Alltagsbezug	0,11	0,10	0,12
Authentizität	0,05 ^{ns}	0,08*	0,17
Akt. Beteiligung	0,04 ^{ns}	0,10	0,08*
Betreuung/Atmo.	0,20	0,27	0,03 ^{ns}
Herausforderung	0,06 ^{ns}	0,11	0,15
Offenheit	0,17	0,00 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Verständlichkeit	0,34	0,10	0,29
Zusammenarbeit	-0,04 ^{ns}	0,11	0,18
Korrigiertes R ²	0,38	0,29	0,40

Tab. 6.4: Standardisierte β -Gewichte und Bestimmtheitsmaße R² für die wahrgenommenen Laborvariablen als Prädiktorvariablen und die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses als Kriteriumsvariablen (alle aus der zweiten Befragung). Einige Gewichte sind nicht signifikant (ns), zwei nur auf dem 0,05 Niveau (*) und die übrigen mindestens auf dem 0,01 Niveau. β -Werte ab 0,2 sind fett hervorgehoben.

bedeutungslose Laborvariable. Zusammen können sie bei der emotionalen Komponente 38% der Varianz, bei der wertbezogenen 29% und bei der epistemischen 40% aufklären.

Ferner sind die Zusammenhänge zwischen den vor dem Laborbesuch bestehenden dispositionsbezogenen Variablen und den Komponenten des aktuellen Interesses im Anschluss an die Veranstaltung zu untersuchen. Die einzelnen Korrelationskoeffizienten sind in der Tab. 6.5 aufgeführt, wobei im Durchschnitt die Zusammenhänge bei der epistemischen Komponente am höchsten und bei der wertbezogenen am niedrigsten sind. Im Hinblick auf die dispositionsbezogenen Variablen bestehen insbesondere bei den Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept größere Zusammenhänge. Die Korrelationen der Fachinteressen sind vergleichsweise geringer.

Eine multiple lineare Regression zeigt die Bedeutung der dispositionsbezogenen Variablen als Prädiktoren für die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses (s. Tab. 6.6). Aus den β -Gewichten wird eine nahezu vollständige Irrelevanz der Fachinteressen deutlich. Das Sachinteresse am Experimentieren ist der einzige bedeutsame Prädiktor für alle drei Interessenkomponenten. Für die epistemische Komponente ist zusätzlich noch das Sachinteresse an den Naturwissenschaften und für die emotionale Komponente noch das Fähigkeitsselbstkonzept relevant. Insgesamt klären die dispositionsbezogenen Variablen 17% der Varianz der emotionalen, 10% der wertbezogenen und 31% der epistemischen Komponente auf.

Eine Gesamtbetrachtung der Ergebnisse bestätigt die Hypothese H4, nach der Zusammenhänge zwischen dem aktuellen Interesse, den personen- und den schülerlaborbezogenen Faktoren bestehen. Die durchschnittlich geringsten Korrelationen existieren unter den dispositionsbezogenen Variablen und den wahrgenommenen Laborvariablen, gefolgt von deren Zusammenhängen mit den Komponenten des aktuellen Interesses, die bei den Laborvariablen am größten sind. Als Prädiktoren können die

Korrelationskoeffizienten ρ nach Spearman	Komponenten des aktuellen Interesses (T2)		
	Emotionale	Wertbezogene	Epistemische
Fachint. Biologie	0,14	0,10	0,06 ^{ns}
Chemie	0,26	0,15	0,24
Mathematik	0,13	0,09*	0,22
Physik	0,23	0,10	0,37
Sachint. Naturwissensch.	0,30	0,12	0,49
Experimentieren	0,36	0,28	0,43
Fähigkeitsselbstkonzept	0,33	0,14	0,36

Tab. 6.5: Korrelationskoeffizienten r nach Pearson zwischen den Dispositionen aus der ersten und dem aktuellen Interesse aus der zweiten Befragung. Mit einer Ausnahme sind alle Zusammenhänge signifikant (* auf dem 0,05 Niveau, alle anderen auf dem 0,01 Niveau, zweiseitig). Korrelationen ab 0,2 sind fett hervorgehoben.

Standardisierte β -Gewichte	Komponenten des aktuellen Interesses (T2)		
	Emotionale	Wertbezogene	Epistemische
Fachint. Biologie	0,02 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Chemie	0,11	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Mathematik	-0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Physik	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,12
Sachint. Naturwissensch.	0,06 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,28
Experimentieren	0,19	0,31	0,23
Fähigkeitsselbstkonzept	0,16	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Korrigiertes R ²	0,17	0,10	0,32

Tab. 6.6: Standardisierte β -Gewichte und Bestimmtheitsmaße R^2 für die Dispositionen aus der ersten Befragung als Prädiktorvariablen und die Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten Befragung als Kriteriumsvariablen. Viele Gewichte sind nicht signifikant (ns), die übrigen mindestens auf dem 0,01 Niveau. β -Werte ab 0,2 sind fett hervorgehoben.

Laborvariablen verglichen mit den dispositionalen Variablen vor allem bei der emotionalen und der wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses wesentlich mehr Varianz aufklären. Eine gemeinsame Analyse mit den Variablen aus beiden Bereichen erfolgt bei den weitergehenden Untersuchungen in Kapitel 7.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Die durchschnittlich kleinsten Zusammenhänge bestehen zwischen den personen- und den schülerlaborbezogenen Faktoren, gefolgt von den Zusammenhängen der personen- sowie der laborbezogenen Faktoren mit dem aktuellen Interesse, wobei selbst die stärksten Zusammenhänge höchstens gering sind.
- Von den wahrgenommenen Laborvariablen steht die *Verständlichkeit*, gefolgt von der *Zusammenarbeit*, der *aktive Beteiligung* und dem *Alltagsbezug* in einem Zu-

sammenhang mit den dispositionalen Variablen. Die geringsten Korrelationen bestehen bei der *Offenheit*, der *Herausforderung* und der *Authentizität*.

- Mit dem aktuellen Interesse stehen von den wahrgenommenen Laborvariablen insbesondere die *Verständlichkeit*, die *Betreuung / Atmosphäre* und der *Alltagsbezug* in einem Zusammenhang. Alle erhobenen Laborvariablen erweisen sich als bedeutende Prädiktoren für das aktuelle Interesse.
- Von den dispositionalen Variablen stehen insbesondere die Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren sowie das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept in einem Zusammenhang mit dem aktuellen Interesse. Als Prädiktoren sind die erhobenen Fachinteressen nahezu bedeutungslos.
- Die schülerlaborbezogenen Faktoren klären mit 38% der emotionalen, 29% der wertbezogenen und 40% der epistemischen Komponenten zum Teil wesentlich mehr Varianz auf als die personenbezogenen Faktoren mit 17%, 10% und 32%.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Bei der folgenden Interpretation der (nicht-)vorhandenen Zusammenhänge zwischen den dispositionalen Variablen, den wahrgenommenen Laborvariablen und den Komponenten des aktuellen Interesses sind zunächst zwei grundlegende Aspekte zu beachten: Erstens erlauben Korrelationen grundsätzlich keine eindeutigen Aussagen über Kausalitäten. Aus diesem Grund werden die angenommenen Einflüsse und Abhängigkeiten der erhobenen Größen mit geeigneteren Auswertungsverfahren in Kapitel 7 genauer untersucht. Zweitens wird die Interpretation der Zusammenhänge zwischen den Variablen aus den drei verschiedenen Bereichen durch die Korrelationen der Variablen innerhalb der einzelnen Bereiche erschwert (s. Tab. C.2 - C.4, S. 203). Gleichwohl liefern die anlässlich der Replikation von Engeln (2004) durchgeführten Zusammenhangsanalysen bereits erste Hinweise auf die Wirkungsweise der untersuchten Schülerlabore.

Die teilweise nicht signifikanten Zusammenhänge zwischen den naturwissenschaftsbezogenen Fach- und Sachinteressen sowie dem Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler und den Laborvariablen deuten darauf hin, dass die Wahrnehmung der Rahmenbedingungen in den untersuchten DLR_School_Labs weitgehend unabhängig von den bestehenden Dispositionen der Schüler ist. Das gilt vor allem für die Offenheit und die Herausforderung beim Experimentieren sowie die Authentizität der Experimente. Selbst bei den am deutlichsten mit den Dispositionen korrelierenden Aspekten, wie der Verständlichkeit der Experimente, der Zusammenarbeit und der aktiven Beteiligung der Schüler beim Experimentieren, erweisen sich die Zusammenhänge als gering, obwohl sie prinzipiell in einem besonderen Maße von dem Vorwissen und der Eigeninitiative der Personen abhängig sind. Offenbar können die DLR_School_Labs von den Schülern ungeachtet ihrer individuell unterschiedlichen Ausgangslagen nahezu gleichermaßen positiv wahrgenommen werden.

Das bei den Schülern durch den Besuch im Schülerlabor geweckte aktuelle Interesse scheint dagegen nicht unabhängig von den Dispositionen der Schüler oder der Lernumgebung zu sein. Das gilt von Seiten der Dispositionen vor allem für das bestehende Interesse der Schüler an den Naturwissenschaften im Allgemeinen und der

Durchführung von Experimenten im Speziellen sowie der Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Bereich der Naturwissenschaften. Auf Seite der Lernumgebung sind die Zusammenhänge noch etwas größer. Von besonderer Bedeutung für das aktuelle Interesse sind hier anscheinend die Verständlichkeit, die Betreuung und Atmosphäre sowie der Alltagsbezug der Inhalte der Schülerlaborveranstaltungen. Beiderseits hängen die Faktoren am stärksten mit dem Bedürfnis der Schüler zusammen, sich anschließend an den Laborbesuch weiter mit den behandelten Themen zu beschäftigen (epistemische Komponente).

Einen etwas genaueren Einblick liefern die durchgeführten multiplen linearen Regressionen. Hier erweisen sich sämtliche untersuchte Laboreigenschaften für das aktuelle Interesse als relevant, während von den Dispositionen die Interessen der Schüler an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern, auch das am Physikunterricht, bedeutungslos sind. Das deutet auf einen relativ unbefangenen Umgang der Schüler mit den Schülerlaboren hin. Sie übertragen ihre Einstellung gegenüber den Schulfächern kaum auf den außerschulischen Lernort. Des Weiteren legt die in allen Bereichen wesentlich höhere Varianzaufklärung durch die Laborvariablen im Vergleich zu den dispositionalen Variablen eine größere Bedeutung der Lernumgebung für das aktuelle Interesse nahe.

6.4 Teilgruppenuntersuchungen

Die in den vorigen Abschnitten erfolgten Untersuchungen beziehen sich auf die Gesamtstichprobe. Es ist aber nicht davon auszugehen, dass der Besuch eines Schülerlabors auf verschiedene Besucher in identischer Weise und gleichermaßen wirkt. Die folgenden Vergleiche zwischen verschiedenen Teilgruppen sollen ein differenzierteres Verständnis über Schülerlabore ermöglichen. Gegenübergestellt werden die ...

	<u>ab Seite</u>
a) Mittelstufenklassen (Jg. 9/10) vs. Oberstufenkurse (Jg. 11-13)	105
b) Geschlechter innerhalb der Mittelstufe (9/10)	111
c) Schülergruppen mit unterschiedlichen Interessenprofilen (9-13)	118
d) untersuchten DLR_School_Labs der jeweiligen Standorte (9-13)	126

Eine grobe tabellarische Übersicht über die im Folgenden nachgewiesenen maximalen Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen bei den einzelnen Variablen und deren Entwicklungen gibt die Tabelle C.8 im Anhang auf S. 207.

6.4.1 Vergleich der Mittel- und Oberstufe

Die Gesamtstichprobe der befragten Schüler setzt sich aus den Schuljahrgängen 9 bis 13 zusammen. Die Jahrgänge 9 und 10, in der vorliegenden Arbeit auch kurz als Mittelstufe bezeichnet, besuchten die Schülerlabore im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts in ganzen Klassenverbänden. Bei den Jahrgängen 11 bis 13 handelt es sich um physikalische oder andere naturwissenschaftliche Oberstufenkurse. Sie wurden von den Schülern unter den schulischen Rahmenbedingungen

freiwillig gewählt. Eine eingehende Beschreibung der Teilstichproben befindet sich im Abschnitt 5.2.1 ab S. 88 und im Anhang auf S. 202.

Unterschiede bei den Variablen. Aufgrund der Beschränkung der Oberstufenstichprobe auf die Teilnehmer freiwillig gewählter naturwissenschaftlicher Kurse sind bereits bei den erhobenen Dispositionen Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen zu erwarten. Die Oberstufenschüler sollten höhere naturwissenschaftsbezogene Fach- und Sachinteressen sowie ein ausgeprägteres Fähigkeitsselbstkonzept haben als die Schüler aus den Klassenverbänden der Mittelstufe. Die Überprüfung erfolgt mit t-Tests für unabhängige Stichproben und wird mit Mann-Whitney-U-Tests abgesichert. Für den Vergleich werden wie beim t-Test für abhängige Stichproben die Effektstärken d angegeben.

Wie aus der Tab. 6.7 ersichtlich, sind die angenommenen Unterschiede bei den dispositionsbezogenen Variablen aus der ersten Befragung (T1) größtenteils vorhanden. Insbesondere das Sachinteresse an den Naturwissenschaften ist bei den Oberstufenschülern aus den naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen deutlich stärker ausgeprägt. Hier handelt es sich als Einziges um einen mittelstarken Effekt. Beim Sachinteresse am Experimentieren und beim Fähigkeitsselbstkonzept sind kleine Effekte zu Gunsten der älteren Schüler festzustellen. Des Weiteren haben die Oberstufenschüler entgegen möglicher Erwartungen keine höheren Fachinteressen am Mathematik- und Physikunterricht, aber signifikant niedrigere Fachinteressen an der Biologie und der Chemie.

Die Unterschiede zwischen den Schulstufen bei den dispositionalen Variablen können aufgrund der für die Gesamtstichprobe nachgewiesenen Zusammenhänge zu einer unterschiedlichen Wahrnehmung der Schülerlabore führen. Die Tab. 6.7 zeigt, dass die Hälfte der möglichen Unterschiede zwischen den bei der zweiten Befragung (T2) erhobenen Laborvariablen statistisch nicht bedeutsam ist. Nur die *Verständlichkeit*, die *Offenheit*, die *Betreuung / Atmosphäre* und der *Alltagsbezug* werden von den Oberstufenschülern signifikant höher eingeschätzt als von den jüngeren Schülern aus der Mittelstufe. In diesen Fällen handelt es sich um kleine Effekte.

Aufgrund der Unterschiede bei den dispositionsbezogenen Variablen und bei den wahrgenommenen Laborvariablen sind letztlich auch Abweichungen zwischen den Schulstufen beim aktuellen Interesse im Anschluss an den Laborbesuch (T2) zu erwarten. Das wird weitgehend durch die Tab. 6.7 bestätigt. Bei der emotionalen und der epistemischen Komponente zeigen sich signifikante Unterschiede aufgrund der höheren Bewertungen durch die Oberstufenschüler. Ihnen bringt der Besuch etwas mehr Spaß und sie wollen sich verstärkt weiterhin mit den im Labor behandelten Themen befassen. In beiden Fällen handelt es sich um kleine Effekte. Bei der wertbezogenen Komponente zeigt sich dagegen kein bedeutsamer Unterschied. Beide Schülergruppen bewerten den Besuch im Schülerlabor gleichermaßen als persönlich wichtige Erfahrung.

Unterschiede bei den Entwicklungen. Die Forschungsfrage ergründet, ob und inwieweit sich der Besuch eines Schülerlabors auf die Schüler aus beiden Schulstufen abgesehen von anfänglichen Abweichungen in der zeitlichen Entwicklung des

Effektstärke <i>d</i>	T1	T2	T3
<i>Dispositionale Variablen ...</i>			
Fachint. Biologie	-0,27		
Chemie	-0,19		
Mathematik	0,12 ^{ns}		
Physik	0,03 ^{ns}		
Sachint. Naturwissenschaften	0,45		0,40
Experimentieren	0,18		0,16
Fähigkeitsselbstkonzept	0,22	0,21	0,18
<i>Wahrgen. Laborvariablen ...</i>			
Alltagsbezug		0,14*	
Authentizität		-0,09 ^{ns}	
Aktive Beteiligung		0,07 ^{ns}	
Betreuung / Atmosphäre		0,17	
Herausforderung		0,10 ^{ns}	
Offenheit		0,22	
Verständlichkeit		0,23	
Zusammenarbeit		0,04 ^{ns}	
<i>Aktuelles Interesse ...</i>			
Emotionale Komponente		0,23	0,41
Wertbezogene Komponente		0,11 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Epistemische Komponente		0,26	0,25

Tab. 6.7: Effektstärken *d* für die Unterschiede zwischen den Schulstufen. Die durch * oder ns gekennzeichneten Unterschiede sind im Gegensatz zu den anderen beim t-Test oder zusätzlich auch beim Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant. Bei negativen Effektstärken liegen die Mittelwerte der Mittelstufe und bei positiven die der Oberstufe höher (s. Tab. C.5, S. 204). Werte ab 0,35 sind fett hervorgehoben.

aktuellen Interesses, des Fähigkeitsselbstkonzepts und der beiden Sachinteressen unterschiedlich auswirkt. Die Überprüfung erfolgt anhand von Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Schulstufen als zusätzlicher Faktor.

Beim aktuellen Interesse deuten bereits die Effektstärken für die Schulstufenunterschiede aus der zweiten und dritten Befragung ein uneinheitliches Ergebnis an (s. Tab. 6.7). Während die Unterschiede zwischen den Stufen bei der wertbezogenen Komponente zu beiden Zeitpunkten nicht signifikant und bei der epistemischen annähernd gleich groß sind, ist die Effektstärke bei der emotionalen Komponente zu T3 fast doppelt so groß wie zu T2. Die Varianzanalyse bestätigt für die wertbezogene Komponente keine Veränderung über die Zeit und keine Interaktion der Zeit mit der Schulstufe (s. Tab. 6.8). Bei der epistemischen und der emotionalen Komponente besteht ein signifikanter zeitlicher Effekt, aber nur bei der emotionalen Komponente ist auch die Wechselwirkung der Zeit mit den Schulstufen signifikant. Demzufolge entwickeln sich in den Wochen nach der Schülerlaborveranstaltung die persönlichen Werteschätzungen des Laborbesuchs und die Bedürfnisse nach einer Weiterbeschäftigung

F-Werte			Zeit	Zeit * Stufe
Akt. Interesse	Emotionale K.	F(1;732)=	40,89	13,39
	Wertbezogene K.	F(1;732)=	1,68 ^{ns}	0,06 ^{ns}
	Epistemische K.	F(1;732)=	27,73	0,00 ^{ns}
Fähigkeitsselbstkonzept		F(2;731)=	26,78	0,14 ^{ns}
Sachinteresse	Naturwissensch.	F(1;732)=	0,14 ^{ns}	0,35 ^{ns}
	Experimentieren	F(1;728)=	18,31	0,19 ^{ns}

Tab. 6.8: F-Werte der Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Schulstufen als zusätzlicher Faktor. Einige Werte sind nicht signifikant (ns), die übrigen auf dem 0,001 Niveau.

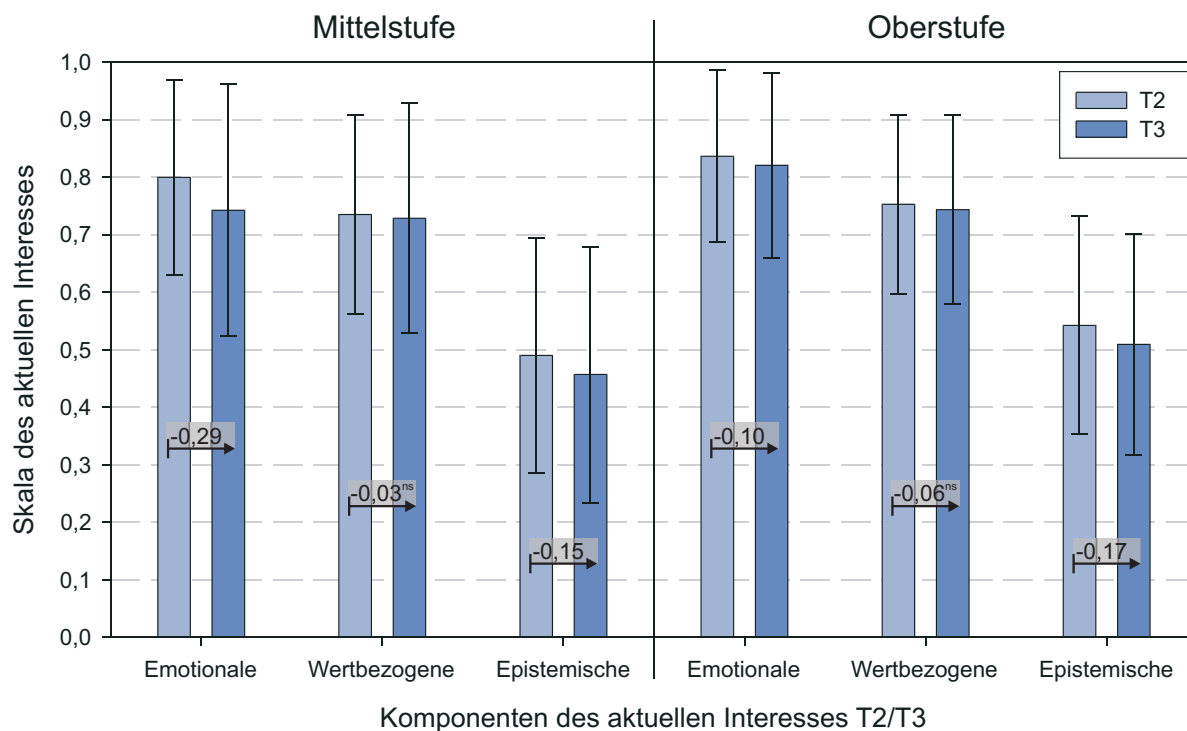


Abb. 6.4: Mittelwerte und Standardabweichungen der Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten und dritten Befragung, getrennt nach den Schulstufen. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Nur bei der emotionalen Komponente treten signifikante Entwicklungsunterschiede zwischen den Schulstufen auf.

mit den behandelten Themen in beiden Schulstufen gleichermaßen. Lediglich die in den Schülerlaboren hervorgerufenen Emotionen verändern sich unterschiedlich.

Ein detaillierteres Bild über die (nicht-)vorhandenen Entwicklungsunterschiede ermöglichen nachträgliche, nach den Schulstufen getrennte und durch Wilcoxon-Tests abgesicherte t-Tests für abhängige Stichproben sowie die zugehörigen Effektstärken. Im Gegensatz zur wertbezogenen Komponente sinken die emotionale und die epistemische Komponente bei beiden Schülergruppen signifikant (s. Abb. 6.4). Allerdings befinden sich die Effektstärken der einzelnen Schulstufen bei der emotionalen Komponente nicht auf einem ähnlichen Niveau. Die mit dem Laborbesuch verbundenen

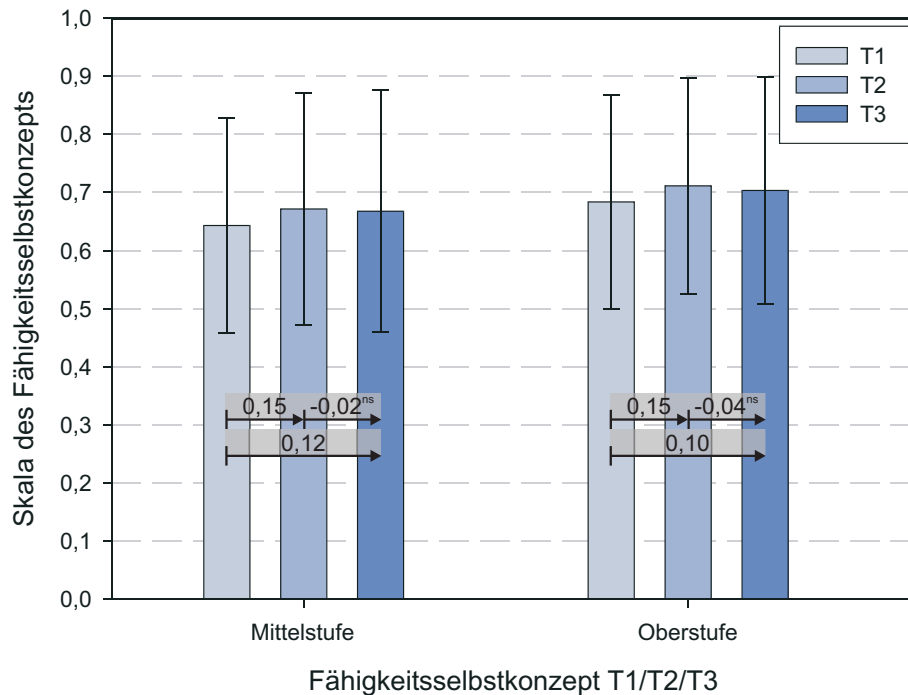


Abb. 6.5: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fähigkeitsselbstkonzepts aus allen drei Befragungen, getrennt nach den Schulstufen. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Die Entwicklungen der Schulstufen sind nicht signifikant unterschiedlich.

Emotionen verblassen bei den Oberstufenschülern kaum und bei den Mittelstufenschülern deutlich stärker, wobei der Effekt immer noch als klein zu bezeichnen ist.

Beim Fähigkeitsselbstkonzept legen die in Tab. 6.7 aufgeführten nahezu unveränderten Effektstärken für die Schulstufenunterschiede zu allen drei Befragungszeitpunkten bereits nahe, was die Varianzanalyse bestätigt: Es bestehen keine Entwicklungsunterschiede zwischen den Schülern aus der Mittel- und der Oberstufe (s. Tab. 6.8). Lediglich die zeitliche Entwicklung weist signifikante Änderungen auf. Die nachträglichen Tests und die in Abb. 6.5 aufgeführten Effektstärken belegen für beide Gruppen ein gleich starkes Ansteigen des Fähigkeitsselbstkonzepts von der ersten zur zweiten beziehungsweise dritten Befragung. In diesen Fällen handelt es sich um kleine Effekte. Zwischen dem zweiten und dem dritten Messzeitpunkt sind für beide Schulstufen keine signifikanten Veränderungen festzustellen. Folglich fördern die Schülerlabore kurz- und längerfristig das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept in beiden Schulstufen gleichermaßen.

Bezüglich des Sachinteresses an den Naturwissenschaften ergibt die Varianzanalyse erwartungsgemäß keine signifikante zeitliche Änderung zwischen der ersten und der letzten Befragung sowie keine Entwicklungsunterschiede zwischen Mittel- und Oberstufe (s. Tab. 6.8). Beim Sachinteresse am Experimentieren existiert nur ein zeitlicher Unterschied. Die nachträglichen Tests belegen für beide Schulstufen, dass sich deren Sachinteressen an den Naturwissenschaften nicht ändern (Mittel-/Oberstufe: $d=0,02^{ns}/-0,01^{ns}$) während die Sachinteressen am Experimentieren gleichermaßen mit kleinen Effektstärken sinken ($d=-0,11/-0,13$). In einer Gesamtbetrachtung erge-

ben sich somit für beide Schulstufen weitgehend identische Muster bei den zeitlichen Entwicklungen des aktuellen Interesses, des Fähigkeitsselbstkonzepts und der Sachinteressen. Die einzige Ausnahme besteht bei der emotionalen Komponente, die bei den Schülern aus der Mittelstufe auf einem geringen Niveau stärker sinkt.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Die Schulstufen unterscheiden sich bei den erhobenen Dispositionen. Die Mittelstufenschüler haben geringfügig höhere Fachinteressen an Biologie und Chemie. Die Oberstufenschüler haben ein geringfügig größeres Sachinteresse am Experimentieren und Fähigkeitsselbstkonzept sowie mit einem mittleren Abstand ein ausgeprägteres Sachinteresse an den Naturwissenschaften. Bei den Fachinteressen an Mathematik und Physik bestehen keine Unterschiede.
- Von den wahrgenommenen Laborvariablen bewerten die Oberstufenschüler die *Verständlichkeit*, die *Offenheit*, die *Betreuung / Atmosphäre* und den *Alltagsbezug* geringfügig besser. Bei den Variablen *Authentizität*, *aktive Beteiligung*, *Herausforderung* und *Zusammenarbeit* bestehen keine Unterschiede.
- Von den Komponenten des aktuellen Interesses im Anschluss an den Laborbesuch sind die emotionale und die epistemische bei den Oberstufenschülern geringfügig ausgeprägter. Bei der wertbezogenen Komponente bestehen keine Unterschiede.
- Zwischen den Schulstufen bestehen keine Entwicklungsunterschiede bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses, den Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept. Die emotionale Komponente sinkt bei den Mittelstufenschülern stärker.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Die festgestellten Unterschiede zwischen den Schulstufen bei den Dispositionen entsprechen weitgehend den Erwartungen, die sich aus der Zusammensetzung der Stichprobe ergeben. Die Schüler aus den freiwillig gewählten, zumeist physikalischen Grund- und Leistungskursen der Oberstufe haben bezüglich der Naturwissenschaften ausgeprägtere Interessen und schätzen ihre Fähigkeiten höher ein als die Schüler aus den Klassenverbänden der Mittelstufe. Bei den Interessen an den Unterrichtsfächern Biologie und Chemie verhält es sich umgekehrt, während bei der Physik und der eng damit verbundenen Mathematik entgegen möglicher Vermutungen keine Unterschiede bestehen.

Verglichen mit den Unterschieden bei den Dispositionen sind die Abweichungen zwischen den Schulstufen in der Wahrnehmung der Rahmenbedingungen im Schülerlabor deutlich seltener und kleiner. Die Ursache liegt vermutlich in den bereits für die Gesamtstichprobe auf einem niedrigen Niveau nachgewiesenen Korrelationen zwischen den Dispositionen der Schüler und deren Wahrnehmung der Lernumgebung (s. Tab. 6.2, S. 101). Aufgrund nichtvorhandener Zusammenhänge ist nur der Unterschied zwischen den Schulstufen bei der Offenheit auffällig, die von den Oberstufenschülern höher bewertet wird. Hierfür bieten sich zwei mögliche Erklärungsansätze an: Entweder gestalten die DLR_School_Labs bei den älteren und erfahreneren

Besuchern das Experimentieren offener oder diese Schüler sind besser in der Lage, die gebotenen Möglichkeiten zu erkennen und wahrzunehmen.

Die größeren Differenzen bei den Dispositionen und die weitgehend damit verbundenen kleineren Unterschiede bei der Wahrnehmung der Schülerlabore sind vermutlich die Ursache für die kleineren Abweichungen zwischen den Schulstufen bei der emotionalen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses. Wie bereits die Regressionsanalysen für die Gesamtstichprobe zeigten (s. Tab. 6.4/6.6, S. 102/103), wird die emotionale Empfindung des Laborbesuchs hauptsächlich von der Wahrnehmung der Lernumgebung und insbesondere von den Aspekten beeinflusst, in denen sich die Schulstufen vermutlich aufgrund ihrer unterschiedlichen Dispositionen unterscheiden. Auf das Bedürfnis, sich weiter mit den behandelten Themen zu beschäftigen, haben einerseits die dispositionsabhängig ungleich wahrgenommene Verständlichkeit und andererseits das unterschiedlich ausgeprägte Interesse an den Naturwissenschaften die größten Einflüsse. Folglich ist die geringe Divergenz beim aktuellen Interesse wahrscheinlich nicht auf die untersuchten Schülerlabore zurückzuführen. Im Gegenteil: Es gelingt den DLR_School_Labs anscheinend, die deutlicheren Unterschiede zwischen den Dispositionen der Schüler aus der Mittel- und der Oberstufe größtenteils zu kompensieren und in beiden Gruppen ein ähnlich hohes aktuelles Interesse zu wecken.

Ebenfalls bemerkenswert sind die nichtvorhandenen Entwicklungsunterschiede zwischen der Mittel- und der Oberstufe bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses, bei den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren sowie insbesondere beim naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept, welches kurz- und längerfristig durch die DLR_School_Labs in beiden Schulstufen gleichermaßen gefördert wird. Lediglich bei der emotionalen Komponente zeigt sich, dass die mit dem Laborbesuch verbundenen positiven Empfindungen in den folgenden Wochen bei den Schülern aus der Mittelstufe zwar nur geringfügig, aber signifikant stärker als bei den Oberstufenschülern verblasen.

Insgesamt betrachtet erscheinen die Unterschiede bei den Auswirkungen des Laborbesuchs auf die Schüler angesichts der stichprobenbedingten Unterschiede bei den Dispositionen als sehr gering. Insofern wird durch die DLR_School_Labs das Potential zur Förderung der Interessen bei den Schülern aus den Klassenverbänden der Mittelstufe wie aus den freiwillig belegten naturwissenschaftlichen Oberstufenkursen nahezu gleichermaßen ausgeschöpft.

6.4.2 Vergleich der Geschlechter innerhalb der Mittelstufe

Die folgenden Analysen untersuchen unter anderem die Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei den Dispositionen, der Wahrnehmung der Lernumgebung sowie der Ausprägung und Entwicklung der aktuellen Interessen. Um die Ergebnisse nicht durch die interessierteren männlichen und weiblichen Schüler aus den naturwissenschaftlichen Oberstufenkursen zu beeinflussen, ist die Auswertung auf die Laborbesucher aus der Mittelstufe beschränkt. Eine genauere Beschreibung der Teilstichproben befindet sich im Abschnitt 5.2.1 ab S. 88 und im Anhang auf S. 202.

Effektstärke <i>d</i>	T1	T2	T3
<i>Dispositionale Variablen ...</i>			
Fachint. Biologie	-0,23		
Chemie	0,14 ^{ns}		
Mathematik	0,49		
Physik	0,85		
Sachint. Naturwissenschaften	0,57		0,70
Experimentieren	0,46		0,41
Fähigkeitsselbstkonzept	0,92	0,75	0,69
<i>Wahrgen. Laborvariablen ...</i>			
Alltagsbezug		0,20 ^{ns}	
Authentizität		0,23	
Aktive Beteiligung		0,16 ^{ns}	
Betreuung / Atmosphäre		0,03 ^{ns}	
Herausforderung		0,28	
Offenheit		0,01 ^{ns}	
Verständlichkeit		0,49	
Zusammenarbeit		0,04 ^{ns}	
<i>Aktuelles Interesse ...</i>			
Emotionale Komponente		0,30	0,28
Wertbezogene Komponente		0,10 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
Epistemische Komponente		0,47	0,63

Tab. 6.9: Effektstärken *d* für die Unterschiede zwischen den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe. Die durch ns gekennzeichneten Unterschiede sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant. Bei negativen Effektstärken liegen die Mittelwerte der weiblichen und bei positiven die der männlichen Schüler höher (s. Tab. C.5, S. 204). Werte ab 0,35 sind fett hervorgehoben.

Unterschiede bei den Variablen. Aufgrund des im Kapitel 2 erläuterten ‘gender-gaps’ sind insbesondere bei den dispositionsbezogenen Variablen deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu erwarten. Die Überprüfung erfolgt mit t-Tests für unabhängige Stichproben und wird durch Mann-Whitney-U-Tests abgesichert. Die in der Tab. 6.9 aufgeführten Effektstärken *d* geben Auskunft über die Ausmaße der Unterschiede.

Mit Ausnahme des Interesses am Unterrichtsfach Chemie zeigen sich bei den vor dem Laborbesuch (T1) erhobenen Dispositionen die erwarteten Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Einzig beim Fachinteresse Biologie liegt der Wert der weiblichen Schüler über dem ihrer männlichen Mitschüler. In diesem Fall handelt es sich um einen kleinen Effekt. Umgekehrt bestehen Unterschiede mit mittleren Effektstärken beim Fachinteresse Mathematik sowie bei den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren. Die deutlichsten Abweichungen mit großen Effektstärken sind beim Fachinteresse Physik und beim naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept festzustellen.

Aufgrund der für die Gesamtstichprobe verzeichneten Zusammenhänge mit den dispositionsbezogenen Variablen sind bei den im Anschluss an den Laborbesuch (T2) erhobenen Laborvariablen ebenfalls größere Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu vermuten. Allerdings finden sich entgegen der Erwartung in fünf von acht Fällen keine bedeutsamen Differenzen in der Wahrnehmung der Lernumgebung (s. Tab. 6.9). Bei den von den weiblichen Schülern signifikant niedriger bewerteten Variablen *Authentizität* und *Herausforderung* handelt es sich um kleine Effekte und nur bei der *Verständlichkeit* um einen mittleren.

Durch die Unterschiede bei den dispositionsbezogenen Variablen und den wahrgenommenen Laborvariablen sowie den bestehenden Zusammenhängen sind letztlich auch beim aktuellen Interesse im Anschluss an den Laborbesuch (T2) Abweichungen zwischen den Geschlechtern zu erwarten. Tatsächlich bringt der Laborbesuch den meisten weiblichen Schülern sehr viel Spaß und viele wollen sich weiter mit den im Labor behandelten Themen beschäftigen. Allerdings ist die emotionale und die epistemische Komponente, verbunden mit einer kleinen und einer mittleren Effektstärke, bei den männlichen Schülern ausgeprägter (s. Tab. 6.9). Wie schon bei dem Vergleich zwischen den Schulstufen besteht kein Unterschied bei der wertbezogenen Komponente. Beide Geschlechter messen der Schülerlaborveranstaltung gleichermaßen eine hohe persönliche Relevanz bei.

Unterschiede bei den Entwicklungen. Bei den vor dem Laborbesuch erhobenen Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept sowie beim aktuellen Interesse im Anschluss an die Veranstaltung sind zum Teil erhebliche Differenzen zwischen den männlichen und den weiblichen Schülern festgestellt worden. Ob sich die Geschlechter abgesehen von den anfänglichen Abweichungen auch in den zeitlichen Entwicklungen dieser Variablen unterscheiden, wird wie bei den Schulstufen anhand von Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Geschlechtern als zusätzlichem Faktor untersucht.

Für die Komponenten des aktuellen Interesses deuten bereits die Effektstärken für die Geschlechterunterschiede aus der zweiten und dritten Befragung ein uneinheitliches Ergebnis an (s. Tab. 6.7). Während die Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der wertbezogenen Komponente zu beiden Zeitpunkten nicht signifikant und bei der emotionalen annähernd gleich groß sind, ist bei der epistemischen Komponente eine Vergrößerung des Geschlechterunterschieds von der zweiten zur dritten Befragung zu beobachten. Das lässt eine zwischen den männlichen und weiblichen Schülern abweichende Entwicklung vermuten. Allerdings belegen die Varianzanalysen bei der epistemischen wie auch bei der emotionalen Komponente nur eine signifikante Veränderung über die Zeit und keine signifikante Interaktion der Zeit mit dem Geschlecht (s. Tab. 6.10). Bei der wertbezogenen Komponente ist auch über die Zeit keine signifikante Veränderung festzustellen. Folglich entwickeln sich in den Wochen nach der Schülerlaborveranstaltung bei beiden Geschlechtern die mit dem Laborbesuch verbundenen Emotionen, die persönliche Wertschätzung und das Bedürfnis nach einer Weiterbeschäftigung mit den behandelten Themen gleichermaßen.

Ein geringfügig detaillierteres Bild liefern die nachträglichen nach den Geschlechtern getrennten Untersuchungen der zeitlichen Entwicklungen durch t- und Wilcoxon-

F-Werte			Zeit	Zeit * ♀
Akt. Interesse	Emotionale K.	F(1;296)=	35,18	0,29 ^{ns}
	Wertbezogene K.	F(1;296)=	0,27 ^{ns}	1,25 ^{ns}
	Epistemische K.	F(1;296)=	11,47	3,44 ^{ns}
Fähigkeitsselbstkonzept		F(2;295)=	11,00	0,95 ^{ns}
Sachinteresse	Naturwissensch.	F(1;296)=	0,17 ^{ns}	3,10 ^{ns}
	Experimentieren	F(1;296)=	5,32*	0,15 ^{ns}

Tab. 6.10: F-Werte der Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe als zusätzlichem Faktor. Einige Werte sind nicht signifikant (ns), * auf dem 0,05 und die übrigen auf dem 0,001 Niveau.

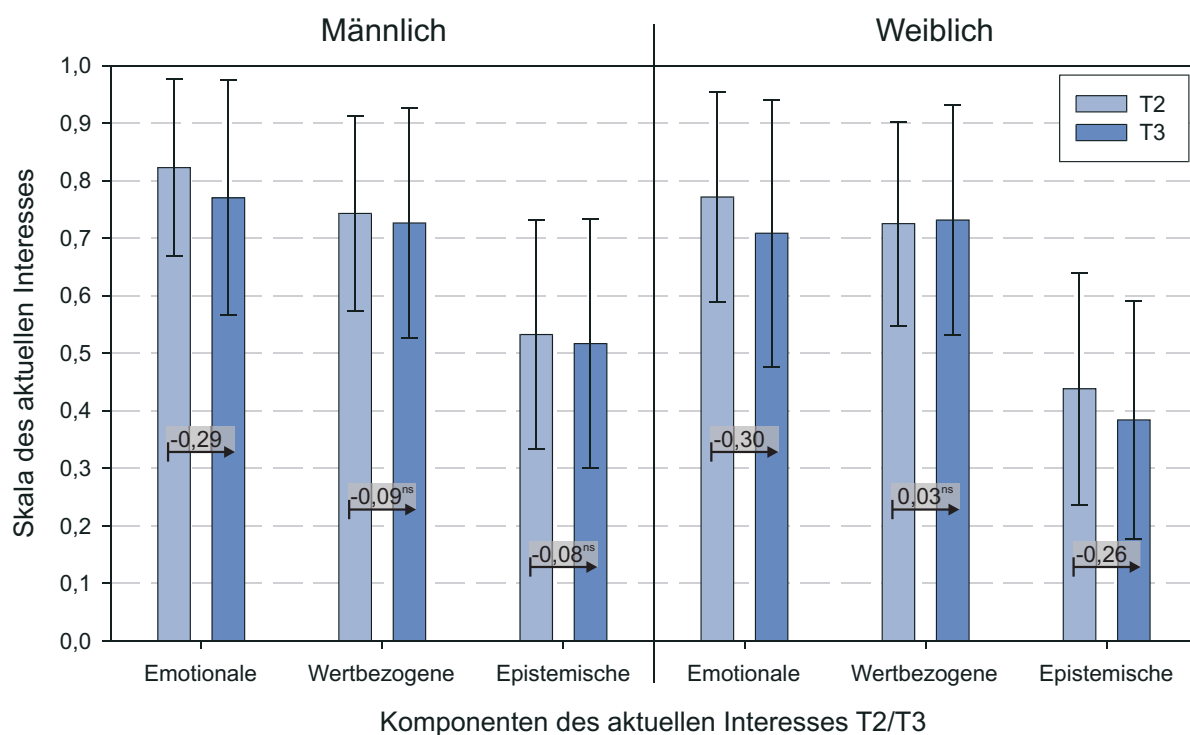


Abb. 6.6: Mittelwerte und Standardabweichungen der Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten und dritten Befragung, getrennt nach den Geschlechtern. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Zwischen den Geschlechtern besteht keine signifikant unterschiedliche Entwicklung.

Tests für abhängige Stichproben. Die bei beiden Geschlechtern mit ähnlichen Effektstärken sinkende emotionale und die gleich bleibende wertbezogene Komponente verdeutlichen die nicht signifikanten Entwicklungsunterschiede (s. Abb. 6.6). Dagegen zeigen sich bei der epistemischen Komponente ansatzweise unterschiedliche Entwicklungen zwischen den Geschlechtern. Während sich das Bedürfnis nach einer Weiterbeschäftigung mit den bearbeiteten Inhalten bei den männlichen Schülern in den Wochen nach dem Laborbesuch nicht verändert, sinkt es verbunden mit einer kleinen Effektstärke bei den weiblichen Schülern. Dieser nur tendenziell vorhandene

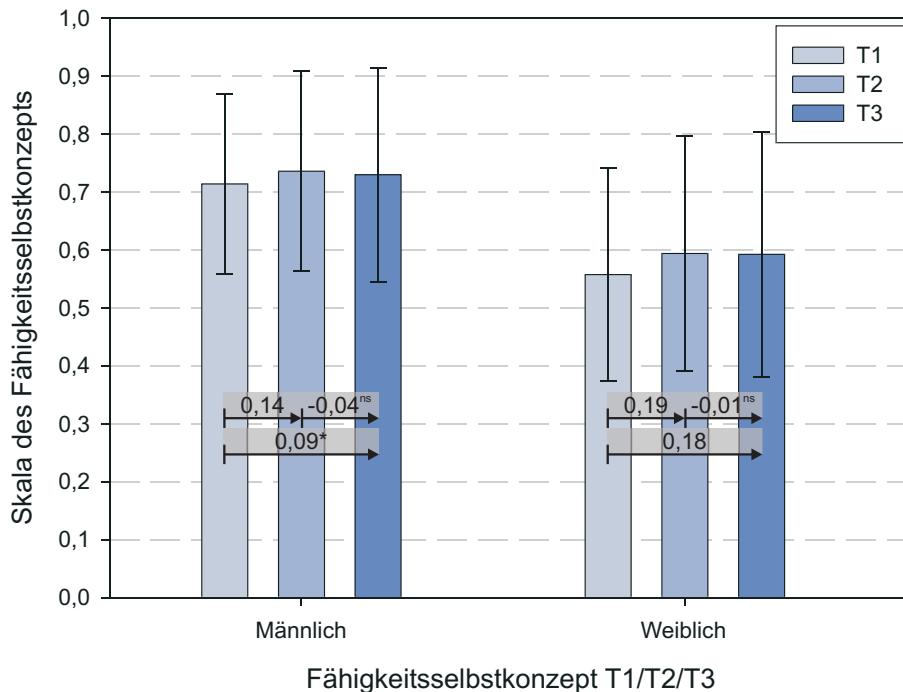


Abb. 6.7: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fähigkeitsselbstkonzepts aus allen drei Befragungen, getrennt nach den Geschlechtern. Die Unterschiede bei den durch * oder ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t-Test oder zusätzlich auch beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Zwischen den Geschlechtern besteht keine signifikant unterschiedliche Entwicklung.

Entwicklungsunterschied führt zu der oben erwähnten Vergrößerung des Geschlechterunterschieds von der zweiten zur dritten Befragung.

In der zeitlichen Entwicklung des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts sind unter Beachtung der großen Anfangsunterschiede eigentlich keine Abweichungen zwischen den Geschlechtern zu erwarten. Allerdings deutet das kontinuierliche Absinken der Effektstärken für die Geschlechterunterschiede in Tab. 6.9 von $d=0,92$ bei der ersten über $d=0,75$ bis zu $d=0,69$ bei der dritten Befragung auf das Gegenteil hin. Dennoch zeigt die Varianzanalyse nur eine signifikante Veränderung über die Zeit und keine in Kombination mit dem Geschlecht (s. Tab. 6.10). Demzufolge fördern kurz- und längerfristig die Schülerlabore bei beiden Geschlechtern gleichermaßen das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept.

Die nachträglichen Untersuchungen mit t- und Wilcoxon-Tests sowie die Effektstärken liefern wieder ein genaueres Bild. Bei beiden Geschlechtern steigt das Fähigkeitsselbstkonzept durch den Besuch im Schülerlabor signifikant an und sinkt in den folgenden Wochen tendenziell wieder ab (s. Abb. 6.7). Allerdings ist bei den weiblichen Schülern tendenziell der Anstieg stärker und das Absinken geringer ausgeprägt als bei den männlichen Schülern. Von der ersten zur letzten Befragung resultiert daraus für die jungen Frauen eine größere signifikante Steigerung im Vergleich zu den jungen Männern, deren Anstieg nur beim Wilcoxon-Test signifikant ist. Dieser ansatzweise vorhandene Entwicklungsunterschied führt zu der oben angeführten kontinuierlichen Abnahme der Effektstärken für die Unterschiede zwischen den Geschlechtern

zu den einzelnen Befragungszeitpunkten. Somit gelingt es den DLR_School_Labs tendenziell, das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept der weiblichen Schüler an das höhere Niveau der männlichen Schüler anzugleichen.

Bezüglich des Sachinteresses an den Naturwissenschaften ergibt die Varianzanalyse erwartungsgemäß keine zeitliche Änderung zwischen der ersten und der letzten Befragung sowie keine Entwicklungsunterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Schülern (s. Tab. 6.10). Beim Sachinteresse am Experimentieren ist nur eine zeitliche Veränderung festzustellen. Demzufolge bestehen bei den Sachinteressen unter Berücksichtigung der anfänglichen Differenzen keine signifikanten Entwicklungsunterschiede zwischen den Geschlechtern. Nach den nachträglichen t- und Wilcoxon-Tests ändert sich das Sachinteresse an den Naturwissenschaften bei beiden Geschlechtern nicht (σ/φ : $d=0,09^{ns}/-0,06^{ns}$). Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Sachinteresse am Experimentieren (σ/φ : $d=-0,13^*/-0,09^{ns}$, wobei * beim Wilcoxon-Test nicht signifikant ist). In einer Gesamtbetrachtung ergeben sich somit für beide Geschlechter aus der Mittelstufe abgesehen von den erwähnten tendenziellen Unterschieden sehr ähnliche Verläufe bei den zeitlichen Entwicklungen des aktuellen Interesses, des Fähigkeitsselbstkonzepts und der Sachinteressen.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Von den Dispositionen ist bei den weiblichen Schülern nur das Fachinteresse Biologie geringfügig größer. Aufgrund höherer Werte der männlichen Schüler bestehen mittlere Unterschiede beim Fachinteresse Mathematik und den Sachinteressen sowie große beim Fachinteresse Physik und dem Fähigkeitsselbstkonzept.
- Von den wahrgenommenen Laborvariablen bewerten die männlichen Schüler die *Herausforderung* und die *Authentizität* geringfügig, die *Verständlichkeit* mit einem mittleren Unterschied besser. Bei den Variablen *Alltagsbezug*, *aktive Beteiligung*, *Betreuung / Atmosphäre*, *Offenheit* und *Zusammenarbeit* bestehen keine Unterschiede.
- Von den Komponenten des aktuellen Interesses im Anschluss an den Laborbesuch sind bei den männlichen Schülern die emotionale mit einem geringen und die epistemische mit einem mittleren Unterschied ausgeprägter. Bei der wertbezogenen Komponente bestehen keine Unterschiede.
- Beim aktuellen Interesse, den Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept bestehen keine Entwicklungsunterschiede zwischen den Geschlechtern. Allerdings steigt das Fähigkeitsselbstkonzept und sinkt die epistemische Komponente bei den weiblichen Schülern tendenziell stärker als bei den männlichen Schülern.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Die zum Teil großen Unterschiede zwischen den Geschlechtern aus der Mittelstufe bei den naturwissenschaftsbezogenen Dispositionen waren zu erwarten. Sie wurden insbesondere in den Bereichen Physik und Mathematik durch zahlreiche Studien belegt und sind unter dem Begriff 'gender-gap' bekannt (s. z.B. Marsh, 1989; Schilling, Sparfeldt & Rost, 2006). Wie Hoffmann (2002) nachgewiesen hat, wächst die

Lücke insbesondere zwischen den Schuljahrgängen 7 und 10 aufgrund sinkender Dispositionen bei den weiblichen und steigender bei den männlichen Schülern. Eine mögliche und bisher selten untersuchte Ursache dafür sind die negativen Auswirkungen des 'stereotype threat' (s. Abschnitt 2.2.4). Zumindest neigen junge Frauen im Vergleich zu den Männern bei gleichen Leistungen und Noten dazu, ihre Erfolge seltener und Misserfolge häufiger den eigenen Fähigkeiten zuzuschreiben (Tiedemann & Faber, 1995; Rustemeyer & Jubel, 1996; Manger & Eikeland, 1998). Das führt aufgrund der wechselseitigen Einflüsse zu einem Absinken der Interessen auf dem betreffenden Gebiet und es entsteht eine Abwärtsspirale. Die einzige Ausnahme im Bereich der Naturwissenschaften bildet, wie auch diese Untersuchung belegt, die als vergleichsweise weiche Disziplin angesehene Biologie. Hier ist das Fachinteresse der weiblichen Schüler sogar geringfügig höher als bei den männlichen Kollegen. Im Übrigen erklären die unterschiedlichen Dispositionen der Geschlechter einen Teil der unterschiedlichen Dispositionen der Schulstufen. Die Mittelwerte der männlichen Schüler aus der Mittelstufe unterscheiden sich wenig von denen der in der Mehrzahl männlichen Schüler der Oberstufe, wie die Tab. C.5 auf Seite 204 zeigt.

Angesichts der großen Differenzen bei den Dispositionen und des Faktums, dass die untersuchten Schülerlabore hauptsächlich physikalische Inhalte behandeln, sind überraschend wenige Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Wahrnehmung der Lernumgebung zu verzeichnen. Der größte besteht im Wesentlichen aufgrund der Zusammenhänge mit den Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept bei der von den weiblichen Schülern niedriger bewerteten Verständlichkeit der Experimente. Des Weiteren beurteilen die jungen Frauen den authentischen Einblick in die Wissenschaft und die Herausforderung beim Experimentieren geringfügig niedriger. Die Offenheit, die Betreuung und Atmosphäre, die Zusammenarbeit und die aktive Beteiligung beim Experimentieren sowie der Bezug der behandelten Inhalte zum Alltag werden von beiden Geschlechtern gleichermaßen (ein-)geschätzt. Folglich haben die DLR_School_Labs Lernumgebungen geschaffen, die beide Geschlechter ähnlich gut ansprechen.

Die größeren Abweichungen bei den Dispositionen und der Wahrnehmung der Verständlichkeit sind aufgrund der Zusammenhänge die wahrscheinlichen Ursachen für die bei den weiblichen Schülern niedrigere emotionale und epistemische Komponente des aktuellen Interesses. Allerdings sind die resultierenden Unterschiede zum Teil deutlich kleiner oder, wie bei der persönlichen Wertschätzung des Laborbesuchs, nicht vorhanden. Das ist wie schon bei dem Vergleich der Schulstufen ein weiteres Indiz dafür, dass es den DLR_School_Labs gelingt, die unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen der Geschlechter bei der Erzeugung des aktuellen Interesses weitgehend zu kompensieren.

In der Nachhaltigkeit der Schülerlaborveranstaltungen bezüglich des aktuellen Interesses und des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts, aber auch bei der Entwicklung der Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren bestehen zwischen den männlichen und den weiblichen Schülern keine Unterschiede. Bei beiden Geschlechtern verblassen die mit dem Laborbesuch verbundenen positiven Emotionen gleichermaßen gering, während sich die persönliche Wertschätzung nicht ändert. Auch bei dem im Schülerlabor geweckten Bedürf-

nis nach einer weiteren Auseinandersetzung mit den behandelten Themen bestehen keine nachweisbaren Entwicklungsunterschiede, obwohl es nach einer Detailbetrachtung nur bei den weiblichen Schülern geringfügig sinkt. Ein zweiter ebenfalls nur tendenzieller Unterschied zeigt sich beim Fähigkeitsselbstkonzept. Es wird durch die DLR_School_Labs bei den weiblichen Schülern geringfügig stärker gefördert, wodurch sich der oftmals nachgewiesene 'gender-gap' etwas verringert. Mögliche Ursachen dafür sind ein leichter durch Kompetenzerlebnisse und -rückmeldungen positiv zu beeinflussendes niedrigeres Fähigkeitsselbstkonzept sowie das weibliche Betreuungspersonal in den Schülerlaboren. Es könnte als positives Vorbild dem stereotypen Vorurteil 'Frauen und Technik / Physik' entgegenwirken und somit den als 'stereotype threat' bezeichneten Leistungsdruck verringern, der zu einem sinkenden Fähigkeitsselbstkonzept führt (s. Abschnitt 2.2.4 ab S. 47).

Zusammenfassend erweisen sich die Unterschiede bei den Auswirkungen des Laborbesuchs auf die männlichen und die weiblichen Schüler angesichts der größeren Unterschiede bei den Dispositionen als gering. Insofern gelingt es den untersuchten DLR_School_Labs bei beiden Geschlechtern, auf einem ähnlichen Niveau das Potential zur Förderung der Interessen auszuschöpfen.

6.4.3 Vergleich der Interessengruppen

Der folgende Teilgruppenvergleich wird mit dem Ziel durchgeführt, einen Einblick in die Wahrnehmung und Wirkung von Schülerlaboren bei Schülern mit explizit unterschiedlichen Dispositionen zu erlangen. Dafür wurden durch eine Latente-Klassen-Analyse drei Schülergruppen gebildet, deren Charakteristika an dieser Stelle zur Erinnerung wiederholt werden (s. Abb. 5.6, S. 91): Die Interessengruppe M enthält die meisten Schüler und ist relativ umfassend beziehungsweise allgemein interessiert mit vergleichsweise höheren Werten im sozialen, künstlerisch-musischen, gesellschaftlich-politischen und philosophischen Bereich sowie beim Interesse am Biologieunterricht. Bei den anderen naturwissenschafts-, mathematik- und technikbezogenen Größen liegt diese Gruppe zwischen den beiden anderen. In diesen Bereichen sind die Interessen bei der geringfügig kleineren Gruppe H, in der sich besonders viele männliche Schüler aus naturwissenschaftlichen Oberstufenkursen befinden, besonders stark und die anderen Bereiche dagegen schwächer ausgeprägt. Die kleinste Gruppe T ist abgesehen vom sprachlichen Bereich relativ uninteressiert. Sie beinhaltet überdurchschnittlich viele weibliche Schüler. Zusammengefasst liegt im Hinblick auf die am stärksten differenzierenden Größen, die einen mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bezug aufweisen, die Gruppe H durchschnittlich am höchsten, die Gruppe M in der Mitte und die Gruppe T am tiefsten.

Unterschiede bei den Variablen. Im Gegensatz zu den übrigen untersuchten Teilgruppen erfolgte die Bildung der Interessengruppen unter anderem anhand der vor dem Laborbesuch erhobenen naturwissenschaftsbezogenen Fach- und Sachinteressen sowie der Fähigkeitsselbstkonzepte der Schüler. Das Ziel war, dass sich die Gruppen bei den berücksichtigten Größen möglichst deutlich unterscheiden. Ob und in welchem Umfang es erreicht wurde, wird im Folgenden für die dispositionalen

Unterschiede zwischen den Interessengruppen		F-Werte (2; ≥ 688)	Signifikante Untersch.	Effektstärken d		
				H vs. M	H vs. T	M vs. T
<i>Dispositionale Variablen:</i>						
Fachint. Biologie	T1	13,14	M > H & T	0,44	0,11 ^{ns}	-0,35
Chemie	T1	60,76	H > M > T	-0,34	-0,98	-0,75
Mathematik	T1	199,37	H > M > T	-1,11	-1,89	-0,82
Physik	T1	323,48	H > M > T	-1,17	-2,33	-1,36
Sachint. Naturwis.	T1	287,53	H > M > T	-0,60	-2,18	-1,77
	T3	231,22	H > M > T	-0,82	-2,02	-1,26
Experiment.	T1	171,98	H > M > T	-0,27	-1,62	-1,43
	T3	142,89	H > M > T	-0,39	-1,55	-1,21
Fähigkeitsselbstk.	T1	376,90	H > M > T	-1,17	-2,57	-1,47
	T2	302,87	H > M > T	-1,14	-2,39	-1,22
	T3	248,63	H > M > T	-0,89	-2,25	-1,23
<i>Wahrg. Laborvariablen:</i>						
Alltagsbezug	T2	11,46	H & M > T	0,02 ^{ns}	-0,39	-0,42
Authentizität	T2	2,81 ^{ns}	keine	0,01 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,21 ^{ns}
Aktive Beteiligung	T2	20,17	H > M > T	-0,29	-0,60	-0,33
Betreuung / Atmo.	T2	6,68*	H & M > T	0,08 ^{ns}	-0,24	-0,33
Herausforderung	T2	2,35 ^{ns}	keine	0,15 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
Offenheit	T2	0,90 ^{ns}	keine	0,09 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
Verständlichkeit	T2	46,53	H > M > T	-0,29	-0,87	-0,62
Zusammenarbeit	T2	16,93	H & M > T	-0,12 ^{ns}	-0,54	-0,42
<i>Aktuelles Interesse:</i>						
Emotionale K.	T2	38,74	H & M > T	-0,21 ^{ns}	-0,80	-0,58
	T3	43,62	H > M > T	-0,26	-0,86	-0,59
Wertbezogene K.	T2	13,16	H & M > T	-0,07 ^{ns}	-0,44	-0,38
	T3	16,66	H & M > T	-0,13 ^{ns}	-0,51	-0,40
Epistemische K.	T2	83,63	H > M > T	-0,32	-1,19	-0,91
	T3	77,69	H & M > T	-0,20 ^{ns}	-1,13	-0,94

Tab. 6.11: F-Werte der univariaten Varianzanalysen und nachträglich untersuchte Unterschiede zwischen den Interessengruppen mit den Effektstärken d. Einige F-Werte sind nicht signifikant (ns), andere (*) auf dem 0,01 und die übrigen mindestens auf dem 0,001 Niveau. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen bei den nachträglichen Scheffé-Tests nicht signifikant. Bei negativen Effektstärken liegen die Mittelwerte der erstgenannten, bei positiven die der zweitgenannten Gruppe höher (s. 3. Spalte und Tab. C.6, S. 205). Effektstärken mit $|d| \geq 0,65$ sind fett hervorgehoben.

Variablen aus der ersten Befragung überprüft. Darüber hinaus sind die genauen Gruppenunterschiede zur Einordnung der weiteren Ergebnisse von Bedeutung. Wie die Tab. 6.11 zeigt sind nach den univariaten Varianzanalysen, abgesichert durch Kruskal-Wallis-Tests, bei allen Fach- und Sachinteressen sowie beim Fähigkeitsselbstkonzept Abweichungen zwischen den Interessengruppen vorhanden.

Die nachträglich mit Scheffé-Tests durchgeführten Vergleiche zeigen die erwarteten Unterschiede zwischen den Gruppen im Einzelnen auf (s. Tab. 6.11). Die zu Beginn des Laborbesuchs erhobenen Fachinteressen Chemie, Mathematik und Physik, die Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren sowie das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept sind bei der Gruppe H deutlich ausgeprägter als bei der Gruppe M, deren Werte wiederum deutlich über denen der Gruppe T liegen. Allerdings liegt die Gruppe M im Durchschnitt näher an der Gruppe H als an der Gruppe T. Einzig das Fachinteresse Biologie ist bei der Gruppe M signifikant höher als bei den beiden anderen. Bei der Mehrzahl der Unterschiede handelt es sich um große Effekte. Die durchschnittliche Effektstärke ist mit $d_{\varnothing}=1,18$ mehr als doppelt so hoch wie bei den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe ($d_{\varnothing}=0,52$) und annähernd um den Faktor sechs größer als bei den Schulstufen ($d_{\varnothing}=0,21$). Demzufolge hat die Bildung der Interessengruppen durch die Latente-Klassen-Analyse das für die weiteren Untersuchungen angestrebte Ziel möglichst großer Gruppenunterschiede in Bezug auf die dispositionalen Variablen erreicht.

Angesichts der deutlichen Differenzen bei den dispositionsbezogenen Variablen sind aufgrund der festgestellten Zusammenhänge ebenfalls Unterschiede zwischen den Interessengruppen in der Wahrnehmung der Schülerlabore im Anschluss an den Laborbesuch zu erwarten. Das bestätigen die durch Kruskal-Wallis-Tests abgesicherten univariaten Varianzanalysen, wobei keine signifikanten Abweichungen bei der *Authentizität*, der *Herausforderung* und der *Offenheit* bestehen (s. Tab. 6.11). Diese drei Variablen werden von allen Gruppen ähnlich bewertet.

Die nachträglichen Einzelvergleiche durch Scheffé-Tests zeigen, dass die Gruppe T die übrigen Variablen *Alltagsbezug*, *aktive Beteiligung*, *Betreuung / Atmosphäre*, *Verständlichkeit* und *Zusammenarbeit* signifikant niedriger bewertet als die Gruppen H und M. Die Effektstärken befinden sich hauptsächlich im kleinen bis mittleren Bereich (s. Tab. 6.11). Der einzige mit einem großen Effekt verbundene Unterschied besteht im Vergleich zur Gruppe H bei der *Verständlichkeit*. Des Weiteren unterscheiden sich die Gruppen H und M nur bei der *aktiven Beteiligung* und der *Verständlichkeit*, wobei die Werte der Gruppe H höher liegen. In beiden Fällen handelt es sich um kleine Effekte. Insgesamt betrachtet erweisen sich die Abweichungen zwischen den Interessengruppen bei den wahrgenommenen Laborvariablen verglichen mit den Unterschieden bei den dispositionalen Variablen als vergleichsweise wesentlich kleiner oder sogar, wie in der Hälfte der möglichen Fälle, als nicht signifikant.

Entsprechend den bisherigen Ergebnissen sind auch beim aktuellen Interesse im Anschluss an die Schülerlaborveranstaltung deutliche Unterschiede zwischen den Interessengruppen zu erwarten. Nach den durch Kruskal-Wallis-Tests abgesicherten univariaten Varianzanalysen sind im Gegensatz zu den bisher durchgeführten Teilgruppenvergleichen alle drei Komponenten betroffen (s. Tab. 6.11).

Nach den nachträglichen Einzelvergleichen durch Scheffé-Tests hat die Interessengruppe T in allen Teilbereichen ein niedrigeres aktuelles Interesse als die Gruppen M und H (s. Tab. 6.11). Die mit mittleren Effektstärken verbundenen geringsten Unterschiede zu beiden Gruppen bestehen bei der wertbezogenen Komponente. Bei der emotionalen Komponente handelt es sich im Vergleich zur Gruppe M um einen mittleren und zur Gruppe T um einen großen Effekt. Die stärksten, mit großen Effektstärken

<i>F-Werte</i>	Zeit	Zeit * Int.-Gruppe
Akt. Interesse Emotionale K.	F(1;691)= 33,20	F(2;691)= 2,73 ^{ns}
Wertbezogene K.	F(1;691)= 1,22 ^{ns}	F(2;691)= 0,79 ^{ns}
Epistemische K.	F(1;691)= 28,58	F(2;691)= 0,77 ^{ns}
Fähigkeitsselbstkonzept	F(2;690)= 27,18	F(4;1382)= 1,16 ^{ns}
Sachinteresse Naturwissensch.	F(1;691)= 0,81 ^{ns}	F(2;691)= 6,62
Experimentieren	F(1;688)= 15,00	F(2;688)= 1,96 ^{ns}

Tab. 6.12: F-Werte der Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Interessengruppen als zusätzlichem Faktor. Einige Werte sind nicht signifikant (ns) und die übrigen mindestens auf dem 0,001 Niveau.

einhergehenden Unterschiede zu beiden Gruppen zeigen sich bei der epistemischen Komponente. Gleichzeitig ist diese Komponente die einzige, in der sich die Gruppen H und M verbunden mit einer kleinen Effektstärke aufgrund höherer Werte der Gruppe H unterscheiden. Folglich sind die aktuellen Interessen der Gruppen H und M am Ende des Laborbesuchs relativ ähnlich ausgeprägt, während das aktuelle Interesse der Gruppe T deutlich niedriger ausfällt, wobei die Unterschiede kleiner als bei den Dispositionen sind.

Unterschiede bei den Entwicklungen. Die bisherigen Ergebnisse belegen zum Teil deutliche Differenzen zwischen den drei Interessengruppen bei den vor dem Laborbesuch erhobenen Sachinteressen und dem Fähigkeitsselbstkonzept, die sich aus der Gruppenbildung ergeben, sowie beim aktuellen Interesse im Anschluss an die Veranstaltung. Dieser Abschnitt untersucht, ob und inwieweit sich die Gruppen auch in der Entwicklung der genannten Größen unterscheiden.

Bei den Komponenten des aktuellen Interesses zeigen Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Interessengruppen als zusätzlichem Faktor für die wertbezogene Komponente keine signifikante Abweichung von der zweiten zur dritten Befragung und keine Unterschiede zwischen den Gruppen (s. Tab. 6.12). Für die emotionale und die epistemische Komponente ergeben sich nur signifikante zeitliche Veränderungen. Demzufolge entwickeln sich in den Wochen nach dem Besuch im Schülerlabor die damit verbundenen Emotionen, die persönliche Wertschätzung und das Bedürfnis nach einer Weiterbeschäftigung mit den behandelten Themen bei allen drei Interessengruppen gleich.

Ein detaillierteres Bild vermitteln die nachträglichen, nach den Gruppen getrennten Untersuchungen mit t-Tests für abhängige Stichproben, die durch Wilcoxon-Tests abgesichert werden, und die berechneten Effektstärken. Bei der emotionalen Komponente zeigt sich ein tendenzieller Unterschied. Sie sinkt bei den Gruppen M und T von der zweiten zur dritten Befragung mit kleinen Effektstärken, während sie sich bei der Gruppe H nicht signifikant verändert (s. Abb. 6.8). Die wertbezogene Komponente ändert sich bei allen drei Gruppen nicht und die epistemische Komponente sinkt nahezu gleichermaßen mit kleinen Effektstärken. Diesen Ergebnissen entsprechend

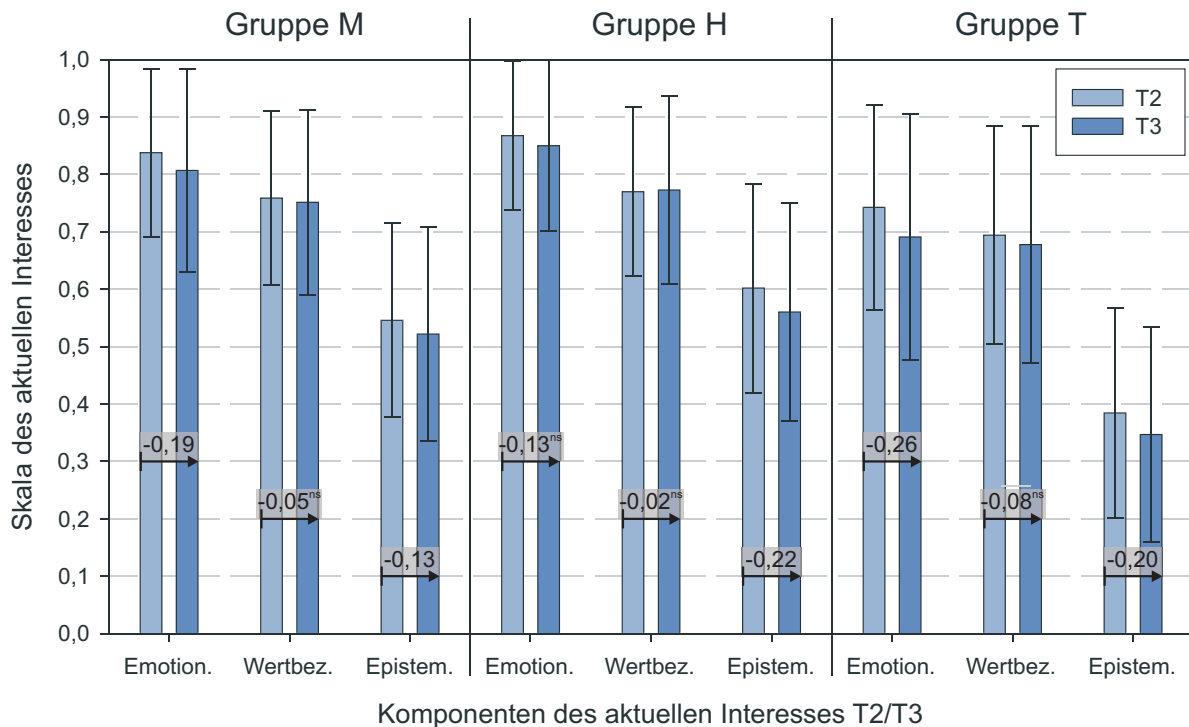


Abb. 6.8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten und dritten Befragung, getrennt nach den Interessengruppen. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Zwischen den drei Gruppen besteht keine signifikant unterschiedliche Entwicklung.

verändern sich die in Tab. 6.11 aufgeführten Effektstärken für die Gruppenunterschiede zwischen T2 und T3 nur geringfügig.

Im Hinblick auf das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept ergibt die Varianzanalyse nur eine zeitliche Veränderung und keine signifikant unterschiedlichen Entwicklungen zwischen den Interessengruppen (s. Tab. 6.12). Die nachträglichen Einzeluntersuchungen innerhalb der Gruppen mittels t- und Wilcoxon-Tests zeigen für alle drei Gruppen einen signifikanten Anstieg des Fähigkeitsselbstkonzepts von der ersten Befragung vor der Veranstaltung im Schülerlabor zur zweiten am Ende des Besuchs (s. Abb. 6.9). In den folgenden sechs bis acht Wochen ändern sich die Werte nur wenig. Von der ersten zur letzten Befragung ergeben sich für alle drei Gruppen signifikante Verbesserungen der Fähigkeitsselbstkonzepte, denen kleine Effekte zugrunde liegen. Folglich fördern kurz- und längerfristig die Schülerlabore bei den Schülergruppen mit deutlich unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept gleichermaßen. Allerdings deuten die von der ersten bis zur dritten Befragung sinkenden F-Werte und Effektstärken in Tab. 6.11 für die Unterschiede zwischen den Interessengruppen zu den einzelnen Zeitpunkten darauf hin, dass tendenzielle Entwicklungsunterschiede bestehen, die zu einer Verkleinerung der Unterschiede zwischen den Interessengruppen führen.

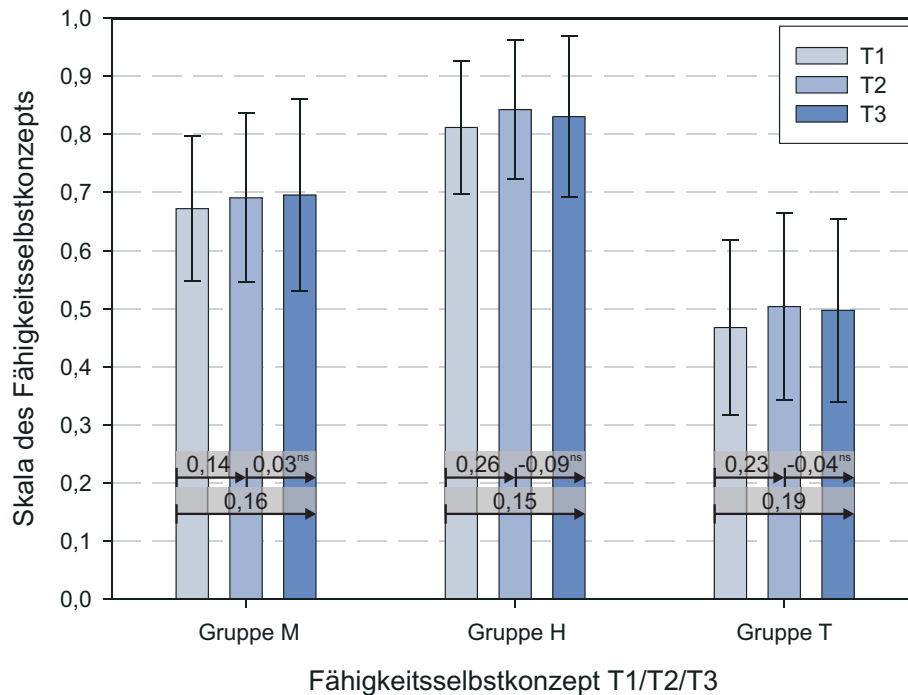


Abb. 6.9: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fähigkeitsselbstkonzepts aus allen drei Befragungen, getrennt nach den Interessengruppen. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Zwischen den drei Gruppen besteht keine signifikant unterschiedliche Entwicklung.

Bei den Entwicklungen der beiden Sachinteressen sollten sich ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen lassen. Das trifft, wie eine Varianzanalyse bestätigt, für das Sachinteresse am Experimentieren zu, indem sie nur eine signifikante zeitliche Änderung und keine Interaktion der Zeit mit den Interessengruppen anzeigt (s. Tab. 6.12). Die nachträglichen t- und Wilcoxon-Tests innerhalb der Gruppen belegen für die Gruppe M ein signifikantes Absinken mit einer kleinen Effektstärke, während die Werte der Gruppen H und T nur tendenziell sinken (Gruppe M/H/T: $d=-0,25 / -0,09^{ns} / -0,07^{ns}$).

Beim Sachinteresse an den Naturwissenschaften ergibt sich dagegen ein unerwartetes Ergebnis. Die Varianzanalyse liefert keine zeitliche Änderung, aber eine signifikante Wechselwirkung der Zeit mit dem Faktor Interessengruppen (s. Tab. 6.12). Folglich entwickeln sich die Sachinteressen an den Naturwissenschaften zwischen den Gruppen unterschiedlich. Die nachträglichen Tests zeigen für die Gruppe M ein signifikantes Absinken mit einer kleinen Effektstärke, während die Werte der Gruppen H und T tendenziell ansteigen (Gruppe M/H/T: $d=-0,14 / 0,09^{ns} / 0,11^{ns}$). Zusammengefasst ergeben sich für alle drei Interessengruppen weitgehend identische Verläufe bei den zeitlichen Entwicklungen des aktuellen Interesses, des Fähigkeitsselbstkonzepts und des Sachinteresses am Experimentieren. Die einzige Ausnahme besteht beim Sachinteresse an den Naturwissenschaften, welches nur bei den Schülern aus der Gruppe M geringfügig sinkt.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Bei den dispositionalen Variablen bestehen aufgrund ihrer Verwendung für die Gruppenbildung und in Übereinstimmung mit deren Charakterisierungen sehr große Unterschiede zwischen den Interessengruppen.
- Von den wahrgenommenen Laborvariablen bewertet die Gruppe H nur die *aktive Beteiligung* und die *Verständlichkeit* geringfügig höher als die Gruppe M. Hier sowie beim *Alltagsbezug*, der *Betreuung / Atmosphäre* und der *Zusammenarbeit* liegt die Gruppe T mit geringfügigen bis großen Abständen niedriger. Keine Unterschiede bestehen bei der *Authentizität*, der *Herausforderung* und der *Offenheit*.
- Beim aktuellen Interesse am Ende des Laborbesuchs hat die Gruppe T mit mittleren bis großen Abständen die niedrigsten, aber bei der emotionalen und der wertbezogenen Komponente immer noch hohe Werte. Die Gruppe H liegt nur bei der epistemischen Komponente geringfügig über der Gruppe M.
- Es bestehen keine Entwicklungsunterschiede bei dem aktuellen Interesse, dem Fähigkeitsselbstkonzept und dem Sachinteresse am Experimentieren. Das Sachinteresse an den Naturwissenschaften sinkt bei der Gruppe M geringfügig, während es bei den Gruppen H und T tendenziell ansteigt.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Um einen Einblick in die Wahrnehmung und Wirkung von Schülerlaboren bei Schülern mit unterschiedlichen Dispositionen zu erlangen, wurde die Gesamtstichprobe unter anderem anhand der Interessenprofile der Schüler aufgeteilt (s. Abschnitt 5.2.2, ab S. 89). Die dafür angewandte Latenten-Klassen-Analyse hat die beabsichtigte Wirkung nicht verfehlt: Sie ergab drei Schülergruppen, die sich untereinander bei den naturwissenschaftsbezogenen Fach- und Sachinteressen sowie beim Fähigkeitsselbstkonzept wesentlich stärker unterscheiden als die Schüler aus der Mittel- und der Oberstufe oder die Geschlechter innerhalb der Mittelstufe. Abgesehen vom Fachinteresse Biologie sind die Dispositionen der Gruppe H zum Teil deutlich ausgeprägter als bei der Gruppe M und erheblich größer als bei der Gruppe T.

Ungeachtet der teilweise großen Unterschiede bei den Dispositionen zwischen den Gruppen H und M bestehen nur bei zwei von acht Eigenschaften der Lernumgebung Differenzen in der Wahrnehmung. Die Verständlichkeit der Veranstaltung wird von der Gruppe H ein wenig besser bewertet und die aktive Beteiligung beim Experimentieren geringfügig höher eingeschätzt. Auch beim aktuellen Interesse im Anschluss an den Laborbesuch existiert nur ein kleiner Unterschied bei der am stärksten von den Dispositionen abhängigen epistemischen Komponente. Die Schüler aus der Gruppe H wollen sich etwas mehr mit den behandelten Themen weiterbeschäftigen als die Schüler aus der Gruppe M. Die persönliche Wertschätzung der Laborveranstaltung und die im Labor erzeugten positiven Emotionen sind in beiden Gruppen gleichermaßen hoch. Demzufolge zeigen sich bemerkenswert wenige und zudem nur kleine Abweichungen in der Wahrnehmung der DLR_School_Labs und dem dort geweckten aktuellen Interesse zwischen den beiden größten Schülergruppen, die zusammen 73% der Gesamtstichprobe enthalten (s. Tab. 5.4, S. 90).

Der Vergleich der Gruppen M und H mit der Gruppe T liefert mehr und größere Unterschiede bei der Wahrnehmung der Lernumgebung. Die deutlichsten Differenzen bestehen bei der Verständlichkeit der Veranstaltung, gefolgt von der Zusammenarbeit und der aktiven Beteiligung beim Experimentieren sowie dem Alltagsbezug der Experimente. Des Weiteren sind noch kleine Unterschiede bei der Einschätzung der Betreuung und Atmosphäre während des Besuchs zu verzeichnen. In allen Fällen liegen die Mittelwerte der Gruppe T unter denen der anderen beiden Gruppen, aber immer noch in den oberen Skalenhälften (s. Tab. C.6, S. 205). Folglich wären Interpretationen, dass die Schüler aus der Gruppe T die Schülerlaborangebote beispielsweise unverständlich finden, eindeutig falsch. Allerdings bewerten sie die Veranstaltungen im Vergleich zu den Schülern aus den Gruppen M und H als (wesentlich) weniger verständlich. Die naheliegende Ursache dafür sind die unterschiedlichen Dispositionen.

Die Differenzen bei den Dispositionen und bei der Wahrnehmung der Lernumgebung führen vermutlich auch zu den mittleren bis großen Unterschieden in allen Bereichen des aktuellen Interesses am Veranstaltungsende. Das Bedürfnis nach einer Weiterbeschäftigung mit den behandelten Themen und der während der Veranstaltung empfundene Spaß ist bei der Gruppe T deutlich geringer als bei den Gruppen M und H. Selbst die persönliche Bedeutsamkeit des Laborbesuchs, bei der sich zwischen den Schulstufen und den Geschlechtern keine Unterschiede zeigten, wird niedriger eingeschätzt. Allerdings sind die Unterschiede beim aktuellen Interesse deutlich kleiner als bei den Dispositionen. Hinzu kommt, dass die Mittelwerte der emotionalen und der wertbezogenen Komponente immer noch im oberen Drittel der Skalen liegen (s. Tab. C.6, S. 205). Lediglich der Wert der am deutlichsten mit den Dispositionen zusammenhängenden epistemische Komponente befindet sich in der unteren Skalenhälfte. Demzufolge wecken die DLR_School_Labs auch bei vielen Schülern aus der Gruppe T, die 27% der Gesamtstichprobe ausmacht, ein aktuelles Interesse. Es ist nur nicht so ausgeprägt wie bei den anderen Schülern aus den Gruppen H und M.

Bei den Entwicklungen der aktuellen Interessen, der Fähigkeitsselbstkonzepte und der Sachinteressen am Experimentieren zeigen sich zwischen den drei Gruppen keine bedeutsamen Abweichungen. Der einzige deutlichere Entwicklungsunterschied besteht beim Sachinteresse an den Naturwissenschaften, welches nur bei der Gruppe M geringfügig, aber signifikant sinkt, während es bei den beiden anderen Gruppen tendenziell ansteigt. Um die Ursachen für die unterschiedlichen Entwicklungen zu ergründen bedarf es neuer Untersuchungen.

Zusammenfassend gelingt es den DLR_School_Labs, die verstärkt naturwissenschaftlich und die eher allgemein interessierten Schüler nahezu gleichermaßen anzusprechen und in beiden Gruppen das Potential zur Förderung der Interessen vergleichbar auszuschöpfen. Das ist angesichts der fundamental verschiedenen Interessenlagen überraschend, mehr als beachtlich und sehr erfreulich - zumal es die überwiegende Mehrheit der Schüler betrifft. Die übrigen, allgemein vergleichsweise uninteressierteren Schüler profitieren ebenfalls eindeutig von dem Besuch eines DLR_School_Labs, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß. Die Ursache dafür liegt aufgrund der nachgewiesenen Zusammenhänge eher in den wesentlich niedriger ausgeprägten naturwissenschaftsbezogenen Dispositionen der Schüler als in den Schülerlaboren.

6.4.4 Vergleich der Schülerlabore

Der letzte Teilgruppenvergleich untersucht die Unterschiede zwischen den evaluierten DLR_School_Labs unter anderem bei der Wahrnehmung der Lernumgebung sowie der Ausprägung und Entwicklung der aktuellen Interessen. Obwohl alle Schülerlabore von dem gleichen Träger mit einem ähnlichen Konzept aufgebaut wurden, sind Unterschiede aufgrund der standortspezifischen Rahmenbedingungen, der verschiedenen Themen- und Experimentierangebote sowie der teilweise unterschiedlichen Zielgruppen und der damit verbundenen Teilstichproben zu erwarten (s. Kapitel 5 ab S. 80 und Anhang auf S. 202). Für die Ergebnisdarstellung wurden die vier Schülerlabore in einer zufälligen Reihenfolge mit den Buchstaben A bis D anonymisiert.

Unterschiede bei den Variablen. Infolge der unterschiedlichen Zielgruppen der einzelnen DLR_School_Labs und der untereinander nicht parallelisierten Teilstichproben können sich die Besucher der jeweiligen Standorte in ihren dispositionsbezogenen Variablen unterscheiden. Die univariaten Varianzanalysen, abgesichert durch Kruskal-Wallis-Tests, zeigen signifikante Unterschiede bei den Fachinteressen Chemie und Physik sowie beim Sachinteresse an den Naturwissenschaften (s. Tab. 6.13). Wie die nachträglichen Einzelvergleiche durch Scheffé-Tests und die Effektstärken belegen, liegen in allen drei Bereichen die Werte der Besucher von Labor C geringfügig unter denen von Labor D. Wohlgermerkt handelt es sich hierbei um abweichende Eigenschaften der Besuchergruppen und nicht um Eigenarten der Labore. Insofern müssen die Unterschiede bei den folgenden Vergleichsuntersuchungen von Aspekten, die mit den Dispositionen der Schüler in einem Zusammenhang stehen, berücksichtigt werden.

Bei den wahrgenommenen Laborvariablen sind angesichts der standortspezifischen Themen- und Experimentierangebote sowie der ungleichen Rahmenbedingungen Differenzen zwischen den einzelnen DLR_School_Labs zu erwarten. Die Bestätigung erfolgt durch die univariaten Varianzanalysen und Kruskal-Wallis-Tests, die bei allen Variablen Unterschiede aufzeigen (s. Tab. 6.13). Allerdings liefern die nachträglichen Einzelvergleiche mit dem Scheffé-Test bei der *Herausforderung* keine einzige signifikante Abweichung zwischen den Standorten. Die übrigen Laborvariablen werden hingegen zum Teil deutlich unterschiedlich wahrgenommen. Insgesamt betrachtet sind fast die Hälfte aller untereinander möglichen Unterschiede signifikant und am häufigsten mit mittleren Effektstärken verbunden.

Ohne an dieser Stelle auf alle Differenzen in der Wahrnehmung der Einrichtungen im Einzelnen einzugehen zeigt sich, dass mit sechs von acht möglichen Unterschieden die meisten zwischen den Laboren C und D bestehen, wobei mit einer Ausnahme die Werte von Labor D höher liegen. Das ist zum Teil eine Folge der zwischen den Besuchern unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen (s.o.). Werden sie als Kovariaten bei der Analyse berücksichtigt, dann ergibt sich bei der *aktiven Beteiligung* kein signifikanter Unterschied mehr (in der Tab. 6.13 blau gekennzeichnet). Die erwähnte Ausnahme ist die *Authentizität*. Sie wird im Labor C verglichen mit allen anderen Standorten am stärksten wahrgenommen. Weitere 'Alleinstellungsmerkmale' bestehen bei Labor D mit einer vergleichsweise besser bewerteten *Betreuung / Atmosphäre* sowie bei Labor A mit einer von den Schülern höher eingeschätzten *aktiven Be-*

Unterschiede zwischen den Schülerlaboren	F (3; ≥722)	Signifikante Unterschiede	Schülerlabor					
			A vs. B	A vs. C	A vs. D	B vs. C	B vs. D	C vs. D
<i>Dispositionale Variablen:</i>								
Fachint. Biologie T1	2,25 ^{ns}	keine	-0,19 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Chemie T1	3,68*	D > C	0,09 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,32
Mathe T1	2,09 ^{ns}	keine	-0,11 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
Physik T1	3,85**	D > C	0,11 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,29
Sachint. Naturwis. T1	3,46*	D > C	0,00 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,30
T3	1,77 ^{ns}	keine	0,08 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Experim. T1	2,48 ^{ns}	keine	-0,27 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}
T3	0,18 ^{ns}	keine	-0,03 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
Fähigkeitsselbstk. T1	0,75 ^{ns}	keine	0,16 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
T2	1,53 ^{ns}	keine	0,22 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,27 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,08 ^{ns}
T3	0,15 ^{ns}	keine	0,04 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}
<i>Wahrg. Laborvariablen:</i>								
Alltagsbezug T2	6,42	D > A/C	0,23 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,36	-0,25 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,37
Authentizität T2	20,20	C>A/B/D & B>A	0,37	0,76	0,19 ^{ns}	0,43	-0,18 ^{ns}	-0,57
Aktive Beteiligung T2	8,91	A>B/C/D & D>C	-0,40	-0,60	-0,32^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,28
Betreuung / Atmo. T2	8,45	D > A/B/C	0,19 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,49	-0,08 ^{ns}	0,36	0,43
Herausforderung T2	2,92*	keine	-0,16 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Offenheit T2	19,90	B/D > A/C	0,41	-0,01 ^{ns}	0,63	-0,44	0,25 ^{ns}	0,66
Verständlichkeit T2	15,15	B/C/D>A & D>C	0,48	0,33	0,72	-0,17 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,44
Zusammenarbeit T2	6,82	B > C/D	0,18 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,44	-0,27^{ns}	0,17 ^{ns}
<i>Aktuelles Interesse:</i>								
Emotionale K. T2	6,73	B/C/D>A & D>C	0,33	0,19^{ns}	0,49	-0,14 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,31
T3	6,51	B/D>A & D>C	0,31^{ns}	0,17 ^{ns}	0,49	-0,14 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,32
Wertbezogene K. T2	1,68 ^{ns}	keine	0,20 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,14 ^{ns}
T3	4,18**	B > A/C	0,28^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,32	-0,16 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Epistemische K. T2	6,53	C/D>A & C/D>B	0,17 ^{ns}	0,34	0,49	0,18^{ns}	0,33	0,13 ^{ns}
T3	1,45 ^{ns}	keine	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,02 ^{ns}

Tab. 6.13: F-Werte der univariaten Varianzanalysen und Effektstärken d für die Schülerlaborunterschiede. Einige F-Werte sind nicht signifikant (ns), * auf dem 0,05, ** auf dem 0,01, die übrigen auf dem 0,001 Niveau. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Laboren bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen bei den nachträglichen Scheffé-Tests nicht signifikant. Unter Berücksichtigung der Dispositionen aus T1 als Kovariaten werden die bei den Laborvariablen und dem aktuellen Interesse rot gekennzeichnete Unterschiede signifikant und die blauen nicht signifikant. Bei negativen Effektstärken liegen die Mittelwerte des erstgenannten und bei positiven die des zweitgenannten Labors höher (s. 3. Spalte und Tab. C.7, S. 206). Effektstärken mit $|d| \geq 0,35$ sind fett hervorgehoben.

teiligung und einer niedriger beurteilten *Verständlichkeit*. Insgesamt weist das Labor D unter Berücksichtigung der unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen der Besucher die meisten positiven und die wenigsten negativen Unterschiede zu den anderen Laboren bei den Laborvariablen auf (9 zu 3), gefolgt von Labor B (6 zu 3), an dritter Stelle Labor C (4 zu 7) und letztlich Labor A (3 zu 9).

Die zum Teil deutlichen Unterschiede in der Wahrnehmung der einzelnen Schülerlabore lassen vermuten, dass die Einrichtungen auch unterschiedlich ausgeprägte aktuelle Interessen wecken. Nach den univariaten Analysen und Kruskal-Wallis-Tests unterscheiden sich die Labore allerdings nicht bei der wertbezogenen Komponente (s. Tab. 6.13). Folglich werden die Veranstaltungen von den Schülern an allen Standorten gleichermaßen als persönlich bedeutsam eingestuft. Bei der emotionalen und der epistemischen Komponente geben wieder nachträgliche Einzelvergleiche durch Scheffé-Tests Auskunft über die signifikanten Laborunterschiede.

Bezüglich der emotionalen Komponente liegen - wohlgermerkt auf einem hohen Niveau - die Werte von Labor A signifikant unter denen von Labor B und D sowie Labor C unter D. Mit Einbeziehung der dispositionsbezogenen Variablen (s.o.) liegt Labor A auch unter C (in der Tab. 6.13 rot gekennzeichnet), während der (blaue) Unterschied zwischen C und D nicht mehr signifikant ist. Bei der epistemischen Komponente sind die Werte von Labor A, unter Berücksichtigung der Dispositionen auch von Labor B, signifikant niedriger als bei den Laboren C und D. Insgesamt weisen bei Beachtung der Unterschiede zwischen den Besuchergruppen die Labore C und D die meisten positiven und die wenigsten negativen Unterschiede zu den anderen Laboren auf (jeweils 3 zu 0), gefolgt von Labor B (1 zu 2) und Labor A (0 zu 5). Allerdings handelt es sich in den meisten Fällen nur um geringe und im Durchschnitt kleinere Abweichungen als bei den Laborvariablen. Insofern gelingt es den DLR_School_Labs trotz der deutlichen standortspezifischen Wahrnehmungsunterschiede bei ihren Besuchern ähnlich ausgeprägte aktuelle Interessen zu erzeugen. Das gilt insbesondere für die Labore C und D, die gleichermaßen das aktuelle Interesse wecken, obwohl zwischen ihnen die meisten Differenzen bei den wahrgenommenen Laborvariablen bestehen (s.o.). Demzufolge können unterschiedliche Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren nahezu identische Auswirkungen auf die Schüler haben.

Unterschiede bei den Entwicklungen. Im Folgenden wird untersucht, inwieweit sich die Labore abgesehen von den anfänglichen Unterschieden in der Entwicklung der aktuellen Interessen, der Fähigkeitsselbstkonzepte und der Sachinteressen der Schüler unterscheiden. Beim aktuellen Interesse zeigt die Varianzanalyse mit Messwiederholungen und den Laboren als zusätzlichem Faktor für die wertbezogene Komponente weder eine signifikante zeitliche Änderung noch Entwicklungsunterschiede zwischen den Laboren (s. Tab. 6.14). Bei der emotionalen und der epistemischen Komponente sind zeitliche Änderung festzustellen. Aber einzig bei der epistemischen Komponente bestehen auch Unterschiede zwischen den Laboren.

Ein detaillierteres Bild über die (nicht-)vorhandenen Entwicklungsunterschiede ergeben die nachträglichen, nach den Standorten getrennten Untersuchungen mit t-Tests für abhängige Stichproben, die ergebnisabsichernden Wilcoxon-Tests und die Effektstärken. Es zeigt sich, dass die emotionale Komponente bei allen Laboren na-

<i>F-Werte</i>	Zeit	Zeit * Labore
Akt. Interesse Emotionale K.	F(1;730)= 30,38	F(3;730)= 0,25 ^{ns}
Wertbezogene K.	F(1;730)= 0,96 ^{ns}	F(3;730)= 2,61 ^{ns}
Epistemische K.	F(1;730)= 17,10	F(3;730)= 4,32*
Fähigkeitsselbstkonzept	F(2;729)= 24,91	F(6;1460)= 1,74 ^{ns}
Sachinteresse Naturwissensch.	F(1;730)= 0,35 ^{ns}	F(3;730)= 4,03*
Experimentieren	F(1;726)= 26,86	F(3;726)= 4,41*

Tab. 6.14: F-Werte der Varianzanalysen mit Messwiederholungen und den Schülerlaboren als zusätzlichem Faktor. Einige Werte sind nicht signifikant (ns), andere (*) auf dem 0,01 und die übrigen auf dem 0,001 Niveau.

hezu gleichermaßen mit kleinen Effektstärken sinkt (s. Abb. 6.10). Bei der wertbezogenen Komponente ergeben sich für die Labore A und D keine signifikanten Veränderungen, während sie sich bei den übrigen beiden Laboren tendenziell gegenläufig entwickelt. Allerdings ist der kleine Anstieg bei Labor B nur beim Wilcoxon-Test und das geringfügige Absinken bei Labor C nur beim t-Test signifikant. Unter Berücksichtigung der Dispositionen der Besucher führt das Wochen nach dem Laborbesuch zu einer signifikant, aber nur geringfügig höheren wertbezogenen Komponente bei Labor B im Vergleich zu den Laboren A und C (s. Tab. 6.13, S. 127). Die epistemische Komponente, die sich als einzige signifikant unterschiedlich zwischen den Laboren entwickelt, fällt bei den Laboren C und D verbunden mit kleinen Effektstärken, während bei den Laboren A und B keine bedeutsamen Veränderungen festzustellen sind. Infolgedessen sind die im Anschluss an den Laborbesuch aufgrund höherer Werte bei den Laboren C und D aufgetretenen Unterschiede bei der epistemischen Komponente Wochen später nicht mehr vorhanden (s. ebd.)

Für das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept ergibt die Varianzanalyse nur eine signifikante zeitliche Änderung und keine Entwicklungsunterschiede zwischen den Laboren (s. Tab. 6.14). Folglich fördern alle Schülerlaborstandorte kurz- und längerfristig das Fähigkeitsselbstkonzept ihrer Besucher gleichermaßen. Allerdings besteht ein tendenzieller Entwicklungsunterschied, wie die nachträglichen, nach den Laboren getrennten Einzeluntersuchungen zeigen. Bei allen Einrichtungen steigt das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler im Laufe der Veranstaltung, wobei der Anstieg bei Labor A nur beim Wilcoxon-Test signifikant ist (s. Abb. 6.11). In den folgenden Wochen ist bei den Laboren B, C und D wieder ein tendenzielles Absinken zu beobachten. Insgesamt ergibt sich für diese drei Einrichtungen eine kleine, bei Labor C nur beim Wilcoxon-Test signifikante Steigerung. Bei Labor A hingegen wächst der Wert zwischen der zweiten und der dritten Befragung weiter an und es resultiert im Vergleich zu den anderen Standorten ein zwei- bis viermal höherer Effekt. Ob es sich in diesem ungewöhnlichen Fall um eine verzögerte Wirkung des Laborbesuchs handelt oder schülerlaborunabhängige Faktoren dafür verantwortlich sind, lässt sich mit den vorliegenden Daten nicht eindeutig klären. Eine Betrachtung der Laborunterschiede zu den einzelnen Befragungszeitpunkten zeigt allerdings bei der ersten und zweiten Befragung tendenziell niedrigere Fähigkeitsselbstkonzepte bei den Be-

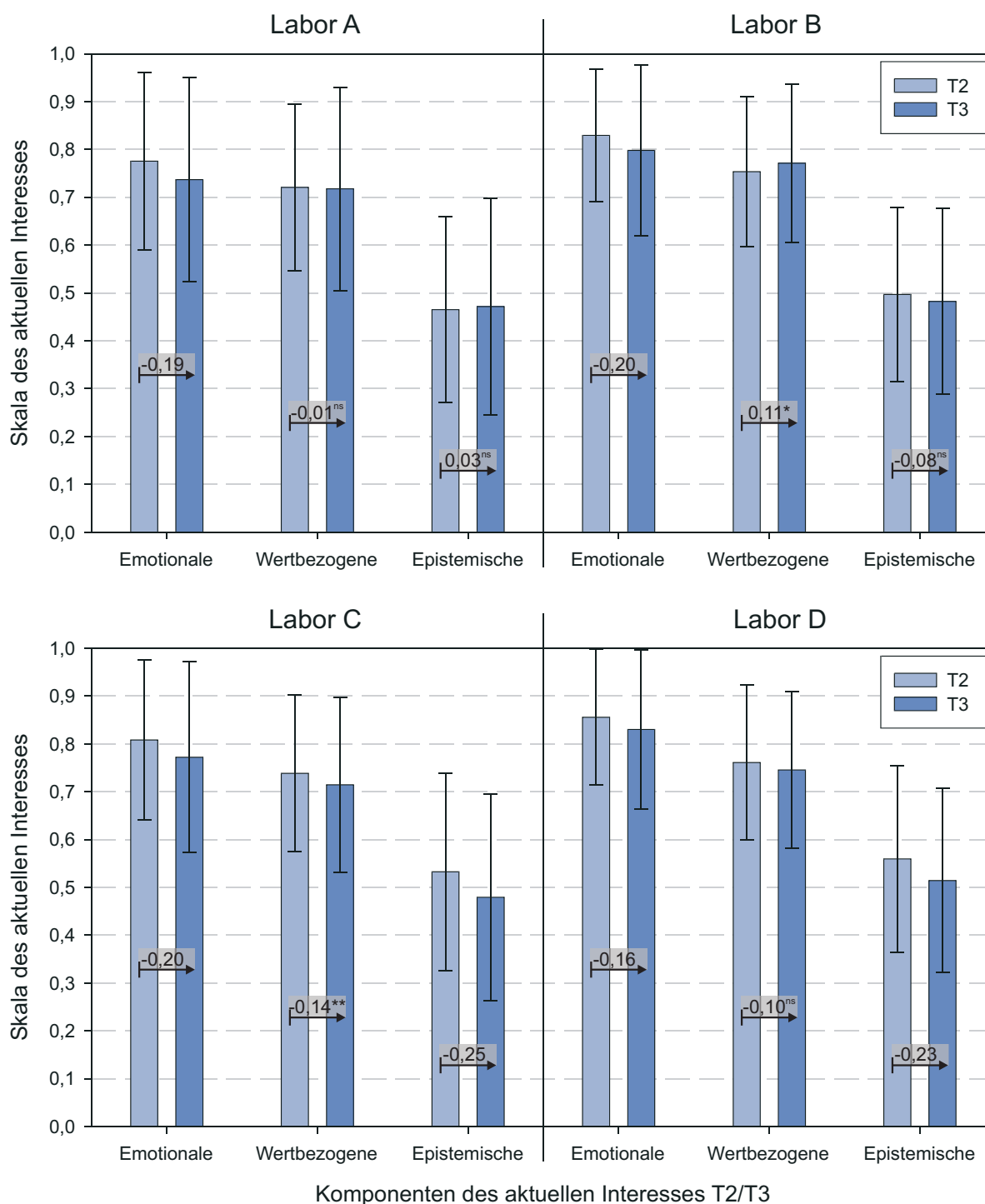


Abb. 6.10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten und dritten Befragung, getrennt nach den Schülerlaboren. Die Unterschiede bei den durch *, ** oder ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t-Test, beim Wilcoxon-Test oder in beiden Fällen nicht signifikant. Zwischen den Laboren bestehen nur bei der epistemischen Komponente signifikant unterschiedliche Entwicklungen.

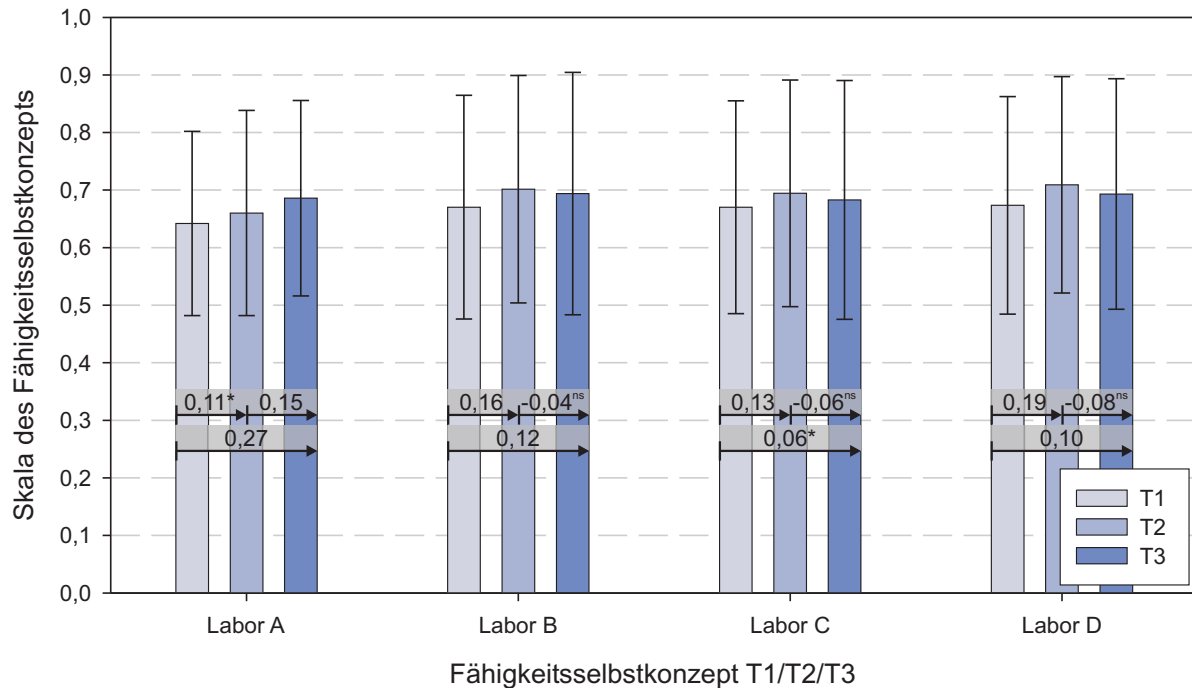


Abb. 6.11: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fähigkeitsselbstkonzepts aus allen drei Befragungen, getrennt nach den Schülerlaboren. Die Unterschiede bei den durch * oder ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t-Test oder zusätzlich auch beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Zwischen den Laboren bestehen keine signifikant unterschiedlichen Entwicklungen.

suchen von Labor A, während bei der dritten Befragung die Werte aller vier Einrichtungen fast identisch sind (s. F-Werte und Effektstärken in Tab. 6.13, S. 127). Insofern erfolgt bei den Besuchern von Labor A nur eine tendenzielle Angleichung der Fähigkeitsselbstkonzepte an das Niveau der Besucher von den anderen Standorten.

Eine naheliegende Vermutung, nach der keine Unterschiede zwischen den Schülerlaboren in der zeitlichen Entwicklung der Sachinteressen unter Berücksichtigung der Anfangsunterschiede existieren, hätte sich in beiden Fällen als falsch erwiesen. Das Sachinteresse an den Naturwissenschaften ändert sich zwar zwischen der ersten und der dritten Befragung nicht, aber es treten signifikant unterschiedliche Entwicklungen zwischen den Laboren auf (s. Tab. 6.14, S. 129). Die nachträglichen Einzeluntersuchungen mittels t- und Wilcoxon-Tests sowie der Effektstärken zeigen bei den Laboren B und D keine eindeutigen Veränderungen (B/D: $d=-0,01^{ns}$ / $-0,06^{ns}$). Dagegen ist bei Labor C ein Anstieg ($d=0,11$) und bei Labor A ein Absinken festzustellen ($d=-0,11$, nur beim Wilcoxon-Test signifikant). Diese gegenläufigen Bewegungen sind sehr klein und somit ist der für das Sachinteresse an den Naturwissenschaften varianzanalytisch festgestellte Entwicklungsunterschied zwischen den Standorten relativ unbedeutend, zumal nur eine Angleichung der Sachinteressen erfolgt. So ist der anfängliche Unterschied zwischen den Besuchern der Labore C und D Wochen später nicht mehr signifikant (s. Tab. 6.13, S. 127).

Beim Sachinteresse am Experimentieren besteht nach der Varianzanalyse eine signifikante zeitliche Änderung und die Labore unterscheiden sich in der Entwicklung

(s. Tab. 6.14, S. 129). Die nachträglichen, nach den Laboren getrennten Untersuchungen zeigen bei den Laboren B und C keine signifikanten Veränderungen zwischen T1 und T3 (B/C: $d=-0,08^{ns}$ / $-0,03^{ns}$), während die Werte bei Labor D und insbesondere bei Labor A geringfügig sinken (A/D: $d=-0,32$ / $-0,20$). Auch in diesem Fall erfolgt letztlich nur eine Verkleinerung der vor dem Laborbesuch tendenziell vorhandenen Unterschiede (s. Tab. 6.13, S. 127).

In einer Gesamtbetrachtung resultieren für die Besucher der vier DLR_School_Labs ähnliche Verlaufsmuster bei den zeitlichen Entwicklungen der emotionalen und der wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses sowie beim naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept. Die festgestellten signifikanten Entwicklungsunterschieden bei der epistemischen Komponente und den Sachinteressen an den Naturwissenschaften beziehungsweise am Experimentieren führen zu einer Reduzierung bis hin zu einem Verschwinden der vorher zwischen den Besuchergruppen vorhanden gewesenen Differenzen.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Bei den Dispositionen bestehen zwischen den DLR_School_Labs aufgrund nicht parallelisierter Teilstichproben vereinzelt kleinere Unterschiede: Die Besucher von Labor D haben ausgeprägtere Fachinteressen an Chemie und Physik sowie ein höheres Sachinteresse an den Naturwissenschaften als die Besucher von Labor C.
- Bei den wahrgenommenen Laborvariablen bestehen mit Ausnahme der *Herausforderung* viele kleine bis große Unterschiede zwischen den DLR_School_Labs. Unter Berücksichtigung der Dispositionen wird in Labor A die *aktive Beteiligung*, in C die *Authentizität* und in D die *Betreuung / Atmosphäre* im Vergleich zu den jeweils anderen höher sowie in A die *Verständlichkeit* niedriger bewertet.
- Beim aktuellen Interesses am Ende des Laborbesuchs ist mit Einbezug der Dispositionen bei Labor A die emotionale Komponente niedriger als bei den anderen und bei der epistemischen Komponente liegen die Labore C und D über den Laboren A und B. Bei der wertbezogenen Komponente existieren keine Unterschiede.
- Zwischen den DLR_School_Labs bestehen keine Entwicklungsunterschiede bei der emotionalen und der wertbezogenen Komponente sowie beim Fähigkeitsselbstkonzept. Die untereinander abweichenden Entwicklungen bei der epistemischen Komponente sowie den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren führen zu einer Reduktion der vorher vorhandenen Unterschiede.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Während bei den Schulstufen-, Geschlechter- und Interessengruppenvergleichen die Dispositionen vergleichsweise größere und die Wahrnehmung der Lernumgebung kleinere Unterschiede aufwies, verhält es sich bei den Laborvergleichen umgekehrt. Bei den Dispositionen bestehen zwischen den Besuchern der jeweiligen DLR_School_Labs nur vereinzelt geringfügige Unterschiede. Sie sind unter anderem eine Folge der teilweise unterschiedlichen Zielgruppen und der damit verbundenen, nicht parallelisierten Teilstichproben (s. Kapitel 5 und Tab. C.1, S. 202). Gleichwohl waren

diese Abweichungen zwischen den Besuchergruppen bei den weiteren Vergleichsanalysen zwischen den Laboren wegen der nachgewiesenen Zusammenhänge mit den laborbezogenen Faktoren und dem aktuellen Interesse zu berücksichtigen. Bei den wahrgenommenen Laborvariablen ist dagegen fast jeder zweite mögliche Unterschied zwischen den DLR_School_Labs signifikant und im Durchschnitt von mittlerer Stärke. Das ist im Prinzip nicht ungewöhnlich, schließlich sollte die Wahrnehmung der Lernumgebung stärker mit den tatsächlichen standortspezifischen Eigenschaften der Schülerlabore als mit den Dispositionen der Schüler zusammenhängen. Andererseits ist die Anzahl und die Größe der Unterschiede in Anbetracht eines einheitlichen übergeordneten Konzepts für alle DLR_School_Labs überraschend. Offenbar sind sich die einzelnen DLR_School_Labs untereinander nicht so ähnlich, wie man eventuell vermuten könnte, und es zeigt sich, dass die acht für diese Untersuchung neu- und weiterentwickelten Laborvariablen geeignet sind, die standortspezifischen Rahmenbedingungen differenziert zu erfassen. Allerdings ist zur Vermeidung von Fehlinterpretationen explizit darauf hinzuweisen, dass erstens die Bewertungen bei allen DLR_School_Labs sehr positiv sind und es sich zweitens nicht um objektive Unterschiede zwischen den Laboren, sondern um die unterschiedliche Wahrnehmung der Labore durch die Schüler handelt.

Im Vergleich zu den jeweils anderen Standorten weisen drei der vier Labore Besonderheiten in den Einschätzungen durch die Besucher auf. In Labor D wird die Betreuung und Atmosphäre während des Experimentierens etwas positiver eingeschätzt. Das kann zumindest teilweise mit der von den anderen Laboren abweichenden Stichprobenzusammensetzung für diesen Standort zusammenhängen. Bei den Veranstaltungen von Labor C bewerten die Besucher die Authentizität ein wenig höher. Als Erklärung dafür kommen nach den externen Beobachtungen während der Evaluation unter anderem die besonderen räumlichen Gegebenheiten sowie die Fachvorträge und Führungen zu einigen standorttypischen Experimenten in Betracht. Letztlich beurteilen die Schüler in Labor A die eigene aktive Beteiligung beim Experimentieren größer und die Verständlichkeit der gestellten Anforderungen niedriger. In der Tat können die Teilnehmer an diesem Standort durch die Art der angebotenen Experimente mental und bei der eigentlichen Versuchsdurchführung etwas mehr in ihrer Eigenständigkeit gefordert sein. Das lässt auf ein anspruchsvolleres Niveau schließen, unter dem die Verständlichkeit eventuell gelitten haben könnte. Allerdings gibt es noch zwei weitere plausible Erklärungsansätze. Zum einen waren einige studentische Hilfskräfte zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch unerfahren und wenig eingespielt im Umgang mit den möglichen Verständnisschwierigkeiten der Schüler. Zum anderen kann es wieder eine Folge der andersartigen Zusammensetzung der Teilstichprobe sein.

Beim aktuellen Interesse sind weniger und geringere Unterschiede zwischen den DLR_School_Labs zu beobachten, als aufgrund der vielen und größeren Differenzen bei der Wahrnehmung der Lernumgebungen zu erwarten waren. Hinsichtlich der wertbezogenen Komponente zeigt sich wie bei den anderen Teilgruppenuntersuchungen, dass die Veranstaltungen an den einzelnen Standorten gleichermaßen als eine wichtige und persönlich bedeutsame Erfahrung eingestuft werden. Der mit dem Laborbesuch verbundene Spaß und das Bedürfnis nach einer Weiterbeschäftigung mit

den behandelten Themen ist im Labor A und letzteres auch im Labor B geringer ausgeprägt als an den jeweils anderen Einrichtungen, wobei es sich um kleine bis mittlere Unterschiede handelt. Eine Ursache für das Abschneiden von Labor A liegt wahrscheinlich in der niedriger bewerteten Verständlichkeit, die von den untersuchten Rahmenbedingungen die engsten Zusammenhänge mit der emotionalen und der epistemischen Komponente aufweist. Dennoch wäre es voreilig aus den Ergebnissen zu schließen, das eine oder andere Labor fördere das Interesse deutlich besser oder schlechter, zumal die im Anschluss an den Laborbesuch bestehenden Unterschiede in den folgenden Wochen weitgehend verschwinden. Wie die jeweils sehr hohen Mittelwerte für die emotionale und die wertbezogene Komponente sowie die im mittleren Bereich liegenden Werte der epistemischen Komponente belegen, wecken alle DLR_School_Labs bei vielen Schülern ein großes aktuelles Interesse.

Besonders auffällig sind die beim aktuellen Interesse nicht vorhandenen Unterschiede zwischen den Laboren C und D, obwohl sie die meisten und im Durchschnitt größten Differenzen bei der Wahrnehmung der Lernumgebungen aufweisen, wobei einzig die Authentizität in Labor C höher bewertet wird. Diese Rahmenbedingung ist allerdings nach den Zusammenhangs- und Regressionsanalysen mit den Daten der Gesamtstichprobe nur von untergeordneter Relevanz für das aktuelle Interesse. Folglich müssen entweder die Bedeutungen der einzelnen Laborvariablen für das aktuelle Interesse zwischen den Standorten variieren, damit unterschiedliche Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren nahezu identische Auswirkungen auf die Schüler haben. Oder es existiert noch mindestens ein gewichtiger interessenrelevanter Faktor, der in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt wurde. Daher sind vor allem weitere laborvergleichende Untersuchungen für ein noch besseres Verständnis über die komplexe Lernumgebung Schülerlabor notwendig.

Die signifikanten und erst recht die tendenziellen Entwicklungsunterschiede zwischen den DLR_School_Labs bei den Sachinteressen an den Naturwissenschaften, am Experimentieren und beim Fähigkeitsselbstkonzept sollten nicht überbewertet werden, zumal sie nur zu einer Verkleinerung vorher bestehender Unterschiede führen. Insofern ist eher die Vermutung naheliegend, dass es sich bei den Anfangsunterschieden um statistische Ausreißer handelt. Zudem lassen sich die Entwicklungen nach dem Laborbesuch nicht unzweifelhaft auf die Schülerlabore zurückführen. Unter Umständen sind die von den Schülern im Laufe der sechs bis acht Wochen innerhalb und außerhalb des Schulunterrichts gemachten Erfahrungen ausschlaggebender.

Zusammenfassend betrachtet bestehen unerwartet große Unterschiede in der Wahrnehmung der DLR_School_Labs, die sich überraschend gering auswirken. Die einzelnen Standorte in Berlin-Adlershof, Göttingen, Köln-Porz und Oberpfaffenhofen fördern die Interessen ihrer Besucher nahezu gleichermaßen.

6.5 Vergleich der neuen Ergebnisse mit den älteren Befunden

Im Folgenden werden die Resultate aus diesem Kapitel, sofern sie nicht neuartig sind, in den Kontext der bisherigen Ergebnisse der im Kapitel 3 beschriebenen Untersuchungen eingeordnet. Dazu gehört vor allem die Pilotstudie von Engeln (2004), auf der die vorliegende Arbeit aufbaut. Darüber hinaus werden auch die zum Teil auf En-

geln basierenden Untersuchungen von Guderian (2007) und Glowinski (2007) sowie in einzelnen Fällen Scharfenberg (2005) und Brandt (2005) berücksichtigt. Allerdings sind bei der Interpretation der Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Ergebnissen die Abweichungen zwischen den Untersuchungen zu beachten. Das betrifft insbesondere die Verschiedenartigkeit der evaluierten Schülerlabore mit den dort behandelten Naturwissenschaften sowie die unterschiedlichen Untersuchungsdesigns und Stichprobenzusammensetzungen. Insofern ist eine direkte Vergleichbarkeit von Mittelwerten, Koeffizienten oder anderen Detailergebnissen beispielsweise bezüglich des aktuellen Interesses nicht gegeben. Gleichwohl sind tendenzielle Ergebnisvergleiche möglich und sinnvoll.

Untersuchungen zur Interessenförderung und den beteiligten Faktoren

Eine der wichtigsten Spuren, die der Besuch eines Schülerlabors in den Köpfen vieler Schüler hinterlässt, ist das Wecken eines hohen und nachhaltigen aktuellen Interesses. Das belegen die Untersuchungen von Engeln, Guderian, Glowinski und bezüglich der epistemischen Komponente auch Scharfenberg für insgesamt neun verschiedene von ihnen untersuchte Angebote aus acht Schülerlaboren. Die Veranstaltungen bringen nahezu allen Teilnehmern sehr viel Spaß, werden von sehr vielen als persönlich bedeutsame Erfahrung wahrgenommen und ein nicht unerheblicher Teil der Schüler will sich weiterhin mit den behandelten Themen befassen. Diese positiven Ergebnisse werden durch die vorliegende Studie über vier Schülerlabore, von denen eins auch von Engeln untersucht wurde, eindeutig bestätigt. Bei neun von zehn Schülern ist das aktuelle Interesse im Anschluss an den Laborbesuch mehr als nur teilweise ausgeprägt, wenn alle drei Komponenten als gleichgewichtig angesehen werden (im Sinne von Krapp, s. Abschnitt 2.1.2, ab S. 32). Bei einer ausschließlichen Betrachtung der epistemischen Komponente (im Sinne von Prenzel, ebd.) haben die Hälfte der befragten Schüler mindestens ein teilweises Bedürfnis nach einer Weiterbeschäftigung mit den Veranstaltungsinhalten.

Das in den Schülerlaboren geweckte aktuelle Interesse hängt einerseits mit den Dispositionen der Schüler und andererseits mit der Lernumgebung zusammen. Auf Seiten der Schüler besteht nach Engeln, Guderian und Glowinski vor allem eine Verbindung mit dem Sachinteresse an den Naturwissenschaften beziehungsweise der Physik, wobei alle Skalen das Experimentieren beinhalten. Diese Ergebnisse konnten in der vorliegenden Arbeit durch die getrennte Untersuchung der beiden Bereiche präzisiert werden. Wie sich zeigt, hat das Sachinteresse am Experimentieren generell einen größeren Einfluss auf das aktuelle Interesse als das Sachinteresse an den Naturwissenschaften.

Auf Seiten der Labore ist nach Glowinski der Einblick in die Forschung und die Instruktionsqualität der Betreuung für die aktuellen Interessen an den Experimenten, Kontexten und der authentischen Lernumgebung wichtig. Bei Engeln beeinflusst insbesondere die Herausforderung beim Experimentieren, gefolgt von der Authentizität der Veranstaltung, der Verständlichkeit der Experimente und der Offenheit beim Experimentieren das aktuelle Interesse im Durchschnitt am stärksten, während sich die Zusammenarbeit beim Experimentieren als weitgehend unbedeutend erwiesen

hat. Die vorliegende Untersuchung ergibt unter anderem wegen der drei im Vergleich zu Engeln zusätzlich erhobenen Variablen ein anderes Bild. Den mit Abstand größten durchschnittlichen Einfluss hat die Verständlichkeit vor der erstmals untersuchten Betreuung und Atmosphäre bei der Veranstaltung. Im Mittelfeld befinden sich die Zusammenarbeit, die Herausforderung, die Authentizität und der neu hinzugekommene Alltagsbezug der behandelten Inhalte. Die Offenheit und die aktive Beteiligung der Schüler beim Experimentieren als dritte Ergänzung haben nur eine untergeordnete Bedeutung für das aktuelle Interesse. Die von Engeln abweichende Reihenfolge kann sich aus den unterschiedlichen Charakteristika der untersuchten Schülerlabore ergeben, die nicht zwangsläufig zu Wirkungsunterschieden führen. Insofern sind die einzelnen Positionsveränderungen nicht von Belang. Von Bedeutung ist aber, dass sich zumindest zwei der drei neuen Variablen als besonders relevant erwiesen haben. Infolgedessen steigt im Vergleich zu Engeln die durch die Laborvariablen aufgeklärte Varianz vor allem bei der emotionalen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses deutlich.

Nach allen älteren Untersuchungen ist das aktuelle Interesse der Schüler Wochen nach dem Laborbesuch noch vorhanden, aber zumeist auf einem geringfügig niedrigeren Niveau. Bei Glowinski sinken die alle drei Komponenten umfassenden aktuellen Interessen an den Experimenten und an den Kontexten, während sich das aktuelle Interesse an der authentischen Lernumgebung nicht ändert. Scharfenberg registriert ein Absinken des epistemischen Interesses an gentechnischen Fragestellungen. Bei Guderian zeigen sich abhängig von den Untersuchungsgruppen und den absolvierten Laborbesuchen größere Schwankungen. Im Durchschnitt nimmt die wertbezogene Komponente am wenigsten ab, während die emotionale und die epistemische gleichermaßen stärker abklingen. Diesbezüglich sind bei Engeln die Verluste deutlich geringer und für die wertbezogene Komponenten stellt sie sogar einen geringfügigen Anstieg fest. In der vorliegenden Arbeit schwächen sich die emotionale und die epistemische Komponente ebenfalls nur leicht ab, während die wertbezogene stagniert. Insofern stimmen die gut in das Gesamtbild passenden neuen Resultate mit den Ergebnissen von Engeln nur teilweise überein. Die ausschließlich von ihr beobachtete Zunahme der persönlichen Bedeutsamkeit des Laborbesuchs konnte durch diese Untersuchung nicht bestätigt werden.

Eine weitere Möglichkeit für Schülerlabore, das Interesse der Schüler zu fördern, besteht in der Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts der Besucher. Diesbezüglich liegen bisher nur aus einer älteren Untersuchung über ein Labor vergleichbare Ergebnisse vor. Bei Brandt ist das chemiebezogene Fähigkeitsselbstkonzept durch den Besuch kurzfristig angestiegen und vier Monate später wieder auf den Ausgangswert gesunken. Das stimmt auf den ersten Blick nur teilweise mit den Resultaten der vorliegenden Studie überein, nach denen das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept während der Veranstaltung ebenfalls steigt und sechs bis acht Wochen später weiterhin über dem anfänglichen Wert liegt. Allerdings ist es tendenziell wieder leicht gesunken. Insofern können sich die unterschiedlichen Befunde aus den verschiedenen Zeitspannen bis zu den abschließenden Befragungen ergeben.

Die älteren Untersuchungsergebnisse zur Entwicklung der verschiedenen Sachinteressen der Schüler sind nicht eindeutig. Übereinstimmend mit den theoretischen

Vorstellungen über die weitgehende Stabilität dispositionaler Interessen stellt Guderian keine Veränderungen des Sachinteresses an der Physik inklusive dem Experimentieren durch die mehrmaligen Laborbesuche fest. Bei Glowinski hingegen fällt das in Bezug auf die Naturwissenschaften und das Experimentieren erst im Anschluss an den Laborbesuch erhobene Sachinteresse in den folgenden Wochen geringfügig. Ein differenzierteres Bild liefern die Ergebnisse von Brandt über die getrennt untersuchten Sachinteressen an den Inhalten, Kontexten und Tätigkeiten des Chemieunterrichts. Längerfristig sinken alle drei Bereiche bei der Versuchs- und der Kontrollgruppe ohne Schülerlaborbesuch gleichermaßen. Zusätzlich musste beim Sachinteresse an den Tätigkeiten, wohlgermerkt ohne das Experimentieren, bei beiden Gruppen auch eine geringfügige kurzfristige Abnahme festgestellt werden. In der vorliegenden Studie erfolgte eine Aufteilung des ähnlich wie bei Guderian und Glowinski erhobenen Sachinteresses in zwei getrennte Bereiche mit der Folge, dass das Sachinteresse an den Naturwissenschaften längerfristig stagniert, während das am Experimentieren sinkt. Insofern ergeben sich ansatzweise Übereinstimmungen mit den beiden untereinander widersprüchlichen Ergebnissen von Guderian und Glowinski. Ein direkter Vergleich mit Brandt ist wegen der Unterschiedlichkeit der erhobenen Sachinteressen nicht möglich. Gleichwohl zeigen sich auch hier keine grundsätzlich abweichenden Entwicklungen.

Teilgruppenvergleiche

Mit den in der vorliegenden Studie durchgeführten Teilgruppenuntersuchungen vergleichbare Ergebnisse aus den anderen Studien existieren nur bezüglich der Geschlechter und der Schülerlabore. Vergleichsanalysen von Schulstufen oder Schülergruppen mit unterschiedlichen Dispositionen wurden bislang nicht durchgeführt.

In allen älteren Untersuchungen bestehen lediglich vereinzelte Unterschiede zwischen den Geschlechtern. So hat beim aktuellen Interesse nur Guderian in einer seiner beiden Versuchsgruppen eine bei den männlichen Schülern höhere wertbezogene Komponente registriert. In der anderen Gruppe sowie bei Engeln und Glowinski sind die aktuellen Interessen beider Geschlechter gleichermaßen ausgeprägt. Die vorliegende Arbeit kommt dagegen zu dem Ergebnis, dass die emotionale und die epistemische Komponente bei den weiblichen Schülern niedriger ausgeprägt ist, während bei der wertbezogenen Komponente keine Unterschiede bestehen. Bei den für das aktuelle Interesse bedeutsamen wahrgenommenen Laborvariablen zeigt sich übereinstimmend mit Engeln ein Geschlechterunterschied bei der Verständlichkeit. In der vorliegenden Arbeit wird von den männlichen Schülern zusätzlich auch die Herausforderung und die Authentizität höher bewertet. Über Unterschiede bei den dispositionalen Variablen oder der Entwicklung der aktuellen Interessen in den Wochen nach dem Laborbesuch liegen von Engeln keine vergleichbaren Ergebnisse vor. Guderian hat bezüglich des aktuellen Interesses und des Sachinteresses an der Physik keine Entwicklungsunterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt. Das Gleiche gilt für die von Brandt untersuchten Sachinteressen an den Inhalten, Kontexten und Tätigkeiten des Chemieunterrichts sowie für das chemiebezogene Fähigkeits-selbstkonzept. In der vorliegenden Studie haben sich beim aktuellen Interesse, den

Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren wie auch beim naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept ebenfalls keine zwischen den Geschlechtern abweichenden Entwicklungen ergeben.

Mit den Arbeiten von Engeln und Glowinski liegen bisher zwei schülerlaborübergreifende Untersuchungen vor. Leider hat Glowinski auf eine Gegenüberstellung der beiden von ihr evaluierten Einrichtungen verzichtet. Engeln konnte dagegen zeigen, dass die fünf untersuchten Schülerlaborangebote von vier verschiedenen Trägern nicht alle auf die gleiche Weise und in einem gleichen Ausmaß wirken. Unter Vernachlässigung der unterschiedlichen Dispositionen der Besuchergruppen aufgrund nicht-parallelisierter Teilstichproben unterscheiden sich die Angebote zum einen bezüglich der wahrgenommenen Lernumgebung, wobei jeder fünfte mögliche Unterschied signifikant ist. Zum anderen führen die Divergenzen auch zu Abweichungen bei den drei Komponenten des aktuellen Interesses, die in jedem vierten Fall bestehen. Diese Ergebnisse werden durch die vorliegende Untersuchung prinzipiell bestätigt. Allerdings ist selbst unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Dispositionen und ungeachtet eines gemeinsamen übergeordneten Konzepts für die vier Schülerlabore fast jeder dritte mögliche Unterschied bei den Komponenten des aktuellen Interesses und fast jeder zweite bei den wahrgenommenen Laborvariablen signifikant. Die größere Anzahl von Abweichungen dürfte überwiegend eine Folge der deutlich größeren Stichprobe sein. Vergleichbare Untersuchungen über die Entwicklungen der aktuellen Interessen in den einzelnen Laboren wurden von Engeln nicht durchgeführt.

Kurzzusammenfassung der zentralen Gemeinsamkeiten und Unterschiede

- Die derzeit zwölf untersuchten Schülerlaborangebote wecken bei sehr vielen Schülern ein ausgeprägtes aktuelles Interesse. Bei allen Studien mit einer separaten Betrachtung der Komponenten befindet sich die emotionale und die wertbezogene auf einem hohen, die epistemische auf einem mittleren Niveau.
- Die erstmalige Aufteilung des Sachinteresses ermöglicht präzisere Erkenntnisse über deren Bedeutung für das aktuelle Interesse. Insgesamt betrachtet ist das Sachinteresse am Experimentieren der größere Prädiktor für das aktuelle Interesse als das Sachinteresse an den Naturwissenschaften.
- Die erstmalig erhobenen Laborvariablen *aktive Beteiligung*, *Betreuung / Atmosphäre* und *Alltagsbezug* ermöglichen genauere Einblicke in die Bedeutung der Rahmenbedingungen für das aktuelle Interesse. Insbesondere die beiden letztgenannten haben sich als bedeutsame Prädiktoren erwiesen.
- In den Wochen nach dem Laborbesuch stellen die Studien oftmals ein leichtes Absinken des aktuellen Interesses insbesondere bei der emotionalen und der epistemischen Komponente fest. Widersprüchliche Entwicklungen bestehen bei der wertbezogenen Komponente. Sie steigt bei Engeln, fällt bei Guderian und stagniert in der vorliegenden Untersuchung.
- Die in einer Untersuchung erlangten Erkenntnisse zur Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts werden durch die vorliegende Studie erhärtet. Übereinstimmend ergibt sich kurzfristig eine Steigerung, während längerfristig die Werte zumindest tendenziell wieder auf das Ausgangsniveau sinken.

- Die bisherigen Ergebnisse von drei Untersuchungen zu den Entwicklungen der verschiedenen Sachinteressen sind nicht einheitlich. Entweder sie stagnieren längerfristig, wie das Sachinteresse an den Naturwissenschaften in dieser Studie, oder sie sinken, wie hier das Sachinteresse am Experimentieren.
- Die älteren Studien zeigen weniger Geschlechterunterschiede auf als die vorliegende, wobei übereinstimmend keine Entwicklungsunterschiede existieren. Im Gegensatz zu den bisherigen Ergebnissen bestehen wegen niedrigerer Werte der weiblichen Schüler Differenzen bei der emotionalen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses sowie zusätzlich zu der von Engeln festgestellten Abweichung bei der *Verständlichkeit* auch bei der *Herausforderung* und der *Authentizität*.
- Der Anteil signifikanter Unterschiede zwischen den in dieser Studie untersuchten Schülerlaboren bei den Laborvariablen und den Komponenten des aktuellen Interesses ist gegenüber den von Engeln verglichenen Laboren deutlich höher.

Schlussfolgerungen aus den Gemeinsamkeiten und Unterschieden

Insgesamt betrachtet bestätigen die Ergebnisse in diesem Kapitel weitgehend die Ergebnisse von Engeln (2004) wie auch die vergleichbaren Teilresultate von Guderian (2007), Glowinski (2007), Scharfenberg (2005) und Brandt (2005). Die wenigen Ergebnisabweichungen lassen sich aufgrund der Unterschiede zwischen den Untersuchungen zum Teil nur eingeschränkt interpretieren. Beispielsweise ist die im Vergleich zu Engeln größere Anzahl signifikanter Zusammenhänge und Unterschiede eventuell ausschließlich auf die größere Stichprobe zurückzuführen. Gleichwohl können aus den Gemeinsamkeiten und Unterschieden der Untersuchungsergebnisse einige Schlussfolgerungen gezogen werden.

Grundsätzlich zeigen die verschiedenen Studien zur Interessenförderung, dass die unterschiedlichen Schülerlabore bei der überwiegenden Mehrzahl der Schüler ein hohes aktuelles Interesse wecken und somit das dispositionale Interesse an den behandelten Naturwissenschaften fördern können. Allerdings verblasst das aktuelle Interesse in den Wochen nach dem Laborbesuch geringfügig, wie ebenfalls mehrfach nachgewiesen wurde. Das betrifft insbesondere die emotionale und die epistemische Komponente. Bei der Entwicklung der wertbezogenen Komponente sind die Ergebnisse widersprüchlich. Insofern besteht diesbezüglich weiterhin Untersuchungsbedarf.

Die Aufteilung des Sachinteresses in die Bereiche Naturwissenschaften und Experimentieren und die zusätzliche Erhebung der wahrgenommenen Laborvariablen *aktive Beteiligung*, *Betreuung / Atmosphäre* und *Alltagsbezug* hat sich als sehr sinnvoll erwiesen. Auf diese Weise stieg nicht nur die aufgeklärte Varianz bei den Komponenten des aktuellen Interesses. Die neuen Variablen ermöglichen umfassendere und differenziertere Einblicke in die Bedeutung der Dispositionen der Schüler und der Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren für die Förderung der Interessen. So haben sich das Sachinteresse der Schüler am Experimentieren, die Betreuung und Atmosphäre während der Veranstaltung und der Alltagsbezug der Veranstaltungsinhalte als überdurchschnittlich bedeutsame Faktoren für das aktuelle Interesse erwiesen.

Eine Möglichkeit zur indirekten Interessenförderung durch Schülerlabore besteht über den Umweg einer positiven Beeinflussung des naturwissenschaftsbezogenen

Fähigkeitsselbstkonzepts der Besucher. Dieser Aspekt wurde bislang nur für eine Einrichtung in der Studie von Brandt untersucht. Die dort festgestellte kurzfristige Steigerung und längerfristige Wiederangleichung an den Ausgangswert wird durch die vorliegende Untersuchung zumindest in der Tendenz bestätigt. Allerdings sind die genauen Ursachen für diese Entwicklung bislang unerforscht und insbesondere die bedeutsamen Einflussfaktoren aus dem Bereich der Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren noch nicht identifiziert. Ein erster Ansatz zur Behebung dieses Defizits erfolgt im nächsten Kapitel.

Eine Veränderung der Sachinteressen der Schüler durch den Besuch eines Schülerlabors war aus theoretischer Sicht nicht zu erwarten. Sie gehören zu den nur langsam veränderlichen Dispositionen. Andererseits liefern die Ergebnisse der drei bisherigen Untersuchungen von insgesamt vier Schülerlaboren und die der vorliegenden Studie ein widersprüchliches Bild. Nur in einem Punkt stimmen alle überein: Ein kurz- oder längerfristiger Anstieg konnte in keiner Arbeit nachgewiesen werden. Entweder das Sachinteresse stagnierte oder es gab geringfügig nach. Insofern scheint die in dieser Studie festgestellte Verminderung des Sachinteresses am Experimentieren nicht ungewöhnlich zu sein. Eine mögliche Ursachen ist die von Krapp festgestellte Abnahme allgemeiner Interessen aufgrund einer zunehmenden Ausdifferenzierung (s. Abschnitt 2.1.6, ab S. 38). Eventuell basierte das anfängliche Interesse der Schüler aber auch auf falschen Vorstellungen über das Experimentieren oder es wurde durch die Schülerlabore befriedigt (s. Interpretation in Abschnitt 6.2 ab S. 99). Zur genauen Erforschung der Ursachen sind neue Untersuchungen notwendig.

Hinsichtlich der in dieser Arbeit untersuchten Teilgruppen liegen bisher keine vergleichbaren Ergebnisse über die Schulstufen oder Schülergruppen mit unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen vor. Zwischen den Geschlechtern haben die älteren Studie nur wenige Unterschiede festgestellt, wobei die vereinzelt untersuchten und nicht nachgewiesenen Entwicklungsunterschiede beim aktuellen Interesse, beim Fähigkeitsselbstkonzept und beim Sachinteresse durch die vorliegende Untersuchung bestätigt werden. Die im Gegensatz insbesondere zu Engeln häufigeren Unterschiede beim aktuellen Interesse und in der Wahrnehmung der Schülerlabore im Anschluss an den Laborbesuch sind nicht auf unterschiedliche Stichprobengrößen oder -zusammensetzungen zurückzuführen. Es bleiben noch mindestens zwei mögliche Erklärungsansätze. Entweder gelingt es den für die vorliegenden Arbeit untersuchten Schülerlaboren weniger, beide Geschlechter gleichermaßen anzusprechen, oder die männlichen und weiblichen Schüler weisen im Vergleich zu Engeln größere Unterschiede bei den Dispositionen auf. Weil diesbezüglich keine vergleichbaren Ergebnisse von Engeln vorliegen ist eine eindeutige Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse nicht möglich.

Die gegenüber der bisher einzigen schülerlaborvergleichenden Untersuchung von Engeln größere Anzahl signifikanter Unterschiede zwischen den Laboren ist nur auf den ersten Blick überraschend. Es ist nicht anzunehmen, dass sich die vier DLR_School_Labs mit einem gemeinsamen Rahmenkonzept häufiger und stärker unterscheiden als die von Engeln evaluierten fünf Schülerlaborangebote von vier verschiedenen Betreibern. Die Ursache liegt vielmehr in der mehr als doppelt so großen Stichprobe, in der kleinere Unterschiede leichter signifikant werden.

7 WEITERGEHENDE ANALYSEN

Die bisherigen Untersuchungen der vorliegenden und der älteren Studien sind neben der Überprüfung von Unterschieden im Wesentlichen auf die Analysen von Zusammenhängen zwischen den erhobenen Variablen beschränkt. Allerdings erlaubt eine nachgewiesene Korrelation keine eindeutige Aussage darüber, ob eine Größe auf die andere einen Einfluss ausübt. Folglich lassen sich mit Korrelationsanalysen theoretische Annahmen wie beispielsweise die Abhängigkeit des aktuellen Interesses von der situationalen Gegebenheit in einem Schülerlabor und den Dispositionen der Schüler nicht verifizieren. Sie lassen sich aber durch einige andere Methoden zumindest erhärten oder falsifizieren. Daher ist die Aufstellung und Überprüfung eines Gesamtmodells über die an der Interessenförderung in den Schülerlaboren beteiligten Faktoren und Einflüsse die zweite wesentliche Aufgabe der vorliegenden Studie.

Die theoriebasiert angenommenen und chronologisch möglichen Einflüsse zwischen den Faktoren wurden bereits im Abschnitt 4.1.4 erläutert (s. Abb. 4.3, S. 72). Zur Erinnerung folgt eine kurze Skizzierung: Die Wahrnehmung der Schülerlabore wird durch die vor dem Laborbesuch bestehenden Dispositionen der Schüler beeinflusst und beide wirken auf das aktuelle Interesse im Anschluss an die Veranstaltung und Wochen später. Des Weiteren besteht zumindest die Möglichkeit, dass die Dispositionen der Schüler nach dem Laborbesuch durch das aktuelle Interesse und die schülerlaborbezogenen Faktoren geringfügig beeinflusst werden. Allerdings sollten sie vor allem von den jeweils vorher bestehenden Dispositionen abhängig sein.

Die Überprüfung des Modells erfolgt auf zwei verschiedenen Ebenen. Im folgenden Abschnitt werden auf der Detailebene mit multiplen linearen Regressionen die Einflüsse von mehreren Prädiktorvariablen auf einzelne Kriteriumsvariablen untersucht. Zur Überprüfung des Gesamtmodells wird im übernächsten Abschnitt ein entsprechendes Strukturgleichungsmodell aufgestellt. Damit lässt sich die innere Konsistenz eines auf theoretischen Annahmen basierenden Geflechts von mehreren gerichteten Einflüssen und wechselseitigen Zusammenhängen analysieren.

7.1 Untersuchung der Einflüsse durch multiple lineare Regressionen

Bei den Untersuchungen der einzelnen Teile des Modells sind als erstes die Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren von Interesse. Sie wurden, um die Wechselwirkung zwischen den individuellen Voraussetzungen und der nichtindividualisierten Lernumgebung zu erfassen, aus der subjektiven Sicht der Schüler erhoben. Folglich können die abgegebenen Bewertungen von den anfänglich bestehenden Dispositionen der Schüler abhängig sein. Die Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen mit den Sach- und Fachinteressen sowie dem Fähigkeitsselbstkonzept aus der ersten Befragung als Prädiktorvariablen für die einzelnen im Anschluss an die Veran-

Standardisierte β -Gewichte	Wahrgenommene Laborvariablen T2			
	Alltagsbezug	Authentizität	Akt. Beteiligung	Betr. / Atmo.
Sachint. Naturwissensch.	0,17	0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Experimentieren	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Fachint. Biologie	0,08*	0,11	0,07 ^{ns}	0,11
Chemie	0,10*	0,05 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Mathematik	-0,06 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
Physik	0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,16	0,00 ^{ns}
Fähigkeitsselbstkonzept	-0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Korrigiertes R ²	0,08	0,02	0,09	0,04

	Herausforderung	Offenheit	Verständlichkeit	Zusammenarb.
Sachint. Naturwissensch.	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,12*	0,16
Experimentieren	0,17	0,00 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,10*
Fachint. Biologie	-0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,13	0,07 ^{ns}
Chemie	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,13
Mathematik	-0,01 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Physik	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,15	0,15
Fähigkeitsselbstkonzept	-0,23	0,03 ^{ns}	0,21	-0,14 ^{⊖*}
Korrigiertes R ²	0,04	0,00	0,20	0,10

Tab. 7.1: Standardisierte β -Gewichte und Bestimmtheitsmaße R² für die Sach- und Fachinteressen sowie das Fähigkeitsselbstkonzept (T1) als Prädiktorvariablen und die wahrgenommenen Laborvariablen (T2) als Kriteriumsvariablen. Viele Gewichte sind nicht signifikant (ns), einige auf dem 0,05 Niveau (*) und die übrigen mindestens auf dem 0,01 Niveau. β -Werte ab 0,2 sind fett hervorgehoben. Bei dem durch [⊖] gekennzeichneten negativen Wert ist keine negative Korrelation gegeben. Folglich handelt es sich nicht um einen negativen Einfluss, sondern um einen sogenannten Suppressions-Effekt (s. z.B. Bortz, 2005).

staltung erhobenen wahrgenommenen Labor- beziehungsweise Kriteriumsvariablen sind in Tab. 7.1 aufgeführt. Sie zeigen, dass die Wahrnehmung der Einrichtungen weitgehend unabhängig von den Dispositionen der Schüler ist. Das gilt vor allem für die *Offenheit*, die *Authentizität*, die *Betreuung / Atmosphäre* und die *Herausforderung*, bei denen die Prädiktorvariablen weniger als 5% der Varianz aufklären. Mit Bestimmtheitsmaßen von ungefähr 10% sind selbst die Einflüsse auf die Variablen *Alltagsbezug*, *aktive Beteiligung* und *Zusammenarbeit* nur gering. Lediglich die *Verständlichkeit* ist mit einer Varianzaufklärung von 20% in einem nennenswerten Ausmaß insbesondere vom Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler abhängig.

Von zentraler Bedeutung in der vorliegenden Untersuchung ist das aktuelle Interesse der Schülerlaborbesucher. Nach der Interessentheorie der 'Münchener Gruppe' ist es einerseits von den Dispositionen der Personen und andererseits von der si-

7.1 Untersuchung der Einflüsse durch multiple lineare Regressionen

Standardisierte β -Gewichte	Komponenten des aktuellen Interesses					
	Emotionale		Wertbezogene		Epistemische	
	T2	T3	T2	T3	T2	T3
<i>Wahrg. Laborvariablen T2...</i>						
Alltagsbezug	0,09*	0,07 ^{ns}	0,09*	0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Authentizität	0,07*	0,03 ^{ns}	0,09*	0,04 ^{ns}	0,21	0,11
Aktive Beteiligung	0,02 ^{ns}	0,07*	0,10	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,12
Betreuung / Atmosphäre	0,21	0,13	0,25	0,16	0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Herausforderung	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,09	0,04 ^{ns}	0,11	0,02 ^{ns}
Offenheit	0,18	0,12	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,07	0,08
Verständlichkeit	0,27	0,24	0,10*	0,07 ^{ns}	0,18	0,11
Zusammenarbeit	-0,06 ^{ns}	0,07*	0,09*	0,15	0,12	0,09
<i>Dispositionale Variablen T1...</i>						
Fachint. Biologie	-0,05 ^{ns}	-0,10 [⊖]	-0,01 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,06*	-0,00 ^{ns}
Chemie	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,09*	-0,01 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
Mathematik	-0,02 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
Physik	0,00 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Sachint. Naturwissensch.	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,15 [⊖]	-0,17 [⊖]	0,21	0,17
Experimentieren	0,17	0,18	0,25	0,19	0,19	0,23
Fähigkeitsselbstkonzept	0,09	0,13	0,02 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Korrigiertes R ²	0,43	0,37	0,33	0,19	0,53	0,40

Tab. 7.2: Standardisierte β -Gewichte und Bestimmtheitsmaße R² für die dispositionsbezogenen Variablen (T1) und die wahrgenommenen Laborvariablen (T2) als Prädiktorvariablen und die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses aus T2 und T3 als Kriteriumsvariablen (Bezeichnungen und Anmerkungen s. Tab. 7.1, S. 142).

tuationalen Gegebenheit der Lernumgebung abhängig. Für die getrennten Bereiche konnte das bereits durch multiple lineare Regressionen bestätigt werden, die aus Replikationsgründen im Abschnitt 6.3 erfolgten (s. Tab. 6.4 & 6.6, S. 102f). Einen genaueren Aufschluss liefern Analysen mit den wahrgenommenen Laborvariablen und den dispositionsbezogenen Variablen gemeinsam als Prädiktoren für die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses am Veranstaltungsende und sechs bis acht Wochen später. Die Ergebnisse sind in Tab. 7.2 aufgeführt.

Grundsätzlich zeigt sich, dass alle Bereiche des aktuellen Interesses zu beiden Zeitpunkten nahezu unabhängig von den Interessen der Schüler an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern sind. Im Anschluss an den Laborbesuch (T2) sind für die emotionale Komponente hauptsächlich die wahrgenommenen Laborvariablen *Verständlichkeit* und *Betreuung / Atmosphäre* gefolgt von der *Offenheit* und, als erster dispositionale Variable, dem Sachinteresse am Experimentieren die besten Prädiktoren. Demzufolge haben die Rahmenbedingungen der Lernumgebung im Vergleich zu den Dispositionen der Schüler einen größeren Einfluss auf den im Schülerlabor empfundenen Spaß. Bei der wertbezogenen Komponente liegen die *Betreuung / Atmosphäre* und das Sachinteresse am Experimentieren gleichauf. Sie bestimmen am

stärksten die persönliche Wertschätzung der Veranstaltung, während die übrigen Variablen erst mit einigem Abstand folgen. Für die epistemische Komponente erweisen sich beide Sachinteressen, die *Authentizität* und die *Verständlichkeit*, als besonders einflussreich. Das Bedürfnis der Schüler nach einer Weiterbeschäftigung mit den behandelten Themen ist folglich nicht nur von den vorher bestehenden Interessen abhängig. Es wird gleichermaßen durch die in den Schülerlaboren vermittelten authentischen und verständlichen Einblicke in die Naturwissenschaft geweckt. Das belegt auch die im Vergleich zu den getrennten Untersuchungen in Abschnitt 6.3 deutlich von 32% (nur Dispositionen, s. Tab. 6.6, S. 103) beziehungsweise 40% (nur Laborvariablen, s. Tab. 6.4, S. 102) auf 53% gestiegene Varianzaufklärung bei der epistemischen Komponente. Darüber hinaus zeigen die Bestimmtheitsmaße für alle drei Bereiche des aktuellen Interesses, dass über die erhobenen (Prädiktor-)Variablen hinaus weitere bedeutsame personen- und schülerlaborbezogene Einflussfaktoren existieren können.

Sechs bis acht Wochen nach der Schülerlaborveranstaltung haben sich die Einflüsse der Dispositionen auf die Komponenten des aktuellen Interesses im Durchschnitt nur geringfügig verändert (vgl. T2/T3 in Tab. 7.2). Unterdessen sinken in der Regel die Einflüsse der Laborvariablen und damit einhergehend die aufgeklärten Varianzen. Das bestätigt die Annahme von verblassenden Erinnerungen der Schüler an den Laborbesuch, die ursächlich für die im Abschnitt 6.2 festgestellten geringfügigen Abnahmen der emotionalen und epistemischen Komponente des aktuellen Interesses sind (s. Abb. 6.1, S. 97).

Im Gegensatz zum aktuellen Interesse gelten dispositionale Interessen über einen längeren Zeitraum als relativ stabil. Dementsprechend sollten die sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch erhobenen Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren jeweils stark von den bei der ersten Befragung vor der Veranstaltung vorhandenen Interessen abhängig sein. Darüber hinaus wird in der Interessentheorie eine mögliche, wenn auch geringe Beeinflussbarkeit durch das aktuelle Interesse angenommen. Die Bestätigung erfolgt durch die in Tab. 7.3 aufgeführten Regressionsanalysen. Dort zeigen sich jeweils die erwarteten deutlichen Einflüsse des vorher bestehenden Sachinteresses und kleinere Einflüsse insbesondere der epistemischen und der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses. Somit gelingt es den Schülerlaboren anscheinend über das aktuelle Interesse auch auf die dispositionalen Interessen der Schüler einzuwirken. Allerdings verhindert die sogenannte Multikollinearität aufgrund der in Tab. 7.2 auf S. 143 ersichtlichen Abhängigkeiten der Komponenten des aktuellen Interesses von den anfänglichen Sachinteressen einen zweifelsfreien Nachweis.

Wie das dispositionale Interesse gehört das Fähigkeitsselbstkonzept zu den nur langsam veränderlichen Zuständen einer Person. Gleichwohl ist es unter anderem von Kompetenzerlebnissen und -rückmeldungen aus dem sozialen Umfeld abhängig. Insofern können die Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren, beispielsweise die Verständlichkeit der Veranstaltungen oder die Betreuung, aus theoretischer Sicht zumindest kurzfristige Einflüsse auf das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler ausüben. Einen genauen Einblick vermitteln die in Tab. 7.4 aufgeführten Regressionsanalysen. Erwartungsgemäß ist das Fähigkeitsselbstkonzept

Standardisierte β -Gewichte	Sachinteresse T3	
	Naturwissen- schaften	Experimen- tieren
<i>Dispositionale Variablen T1 ...</i>		
Sachint. Naturwissenschaften	0,64	0,12
Experimentieren	0,04 ^{ns}	0,46
<i>Aktuelles Interesse T3 ...</i>		
Emotionale Komponente	0,10	0,16
Wertbezogene Komponente	-0,03 ^{ns}	0,08
Epistemische Komponente	0,22	0,21
Korrigiertes R ²	0,70	0,63

Tab. 7.3: Standardisierte β -Gewichte und Bestimmtheitsmaße R² für die Sachinteressen (T1) und das aktuelle Interesse (T3) als Prädiktorvariablen und die Sachinteressen aus T3 als Kriteriumsvariablen (Bezeichnungen und Anmerkungen s. Tab. 7.1, S. 142).

Standardisierte β -Gewichte	Fähigkeitsselbstkonzept	
	T2	T3
Fähigkeitsselbstkonzept T1	0,79	0,37
T2	- / -	0,47
<i>Wahrg. Laborvariablen T2</i>		
Alltagsbezug	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Authentizität	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{⊖*}
Aktive Beteiligung	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Betreuung / Atmosphäre	0,00 ^{ns}	-0,08 [⊖]
Herausforderung	-0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Offenheit	0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
Verständlichkeit	0,10	0,05 ^{ns}
Zusammenarbeit	0,05 [*]	0,08
Korrigiertes R ²	0,73	0,71

Tab. 7.4: Standardisierte β -Gewichte und Bestimmtheitsmaße R² für das Fähigkeitsselbstkonzept (T1/T2) und die wahrgenommenen Laborvariablen (T2) als Prädiktorvariablen und die Fähigkeitsselbstkonzept aus T2/T3 als Kriteriumsvariablen (-/- $\hat{=}$ nicht berücksichtigt, weitere Bezeichnungen und Anmerkungen s. Tab. 7.1, S. 142).

am Ende des Laborbesuchs stark von dem vor Beginn der Veranstaltung bestehenden abhängig. Darüber hinaus haben noch die Laborvariablen *Verständlichkeit* und *Zusammenarbeit* einen vergleichsweise sehr kleinen, aber signifikanten Einfluss. Somit zeigt sich, unter Vorbehalt aufgrund der möglichen Multikollinearität bei der Verständlichkeit (s. Tab. 7.1, S. 142), eine weitere Wirkung der Schülerlabore auf die Dispositionen der Schüler.

Bei dem Wochen später erhobenen Fähigkeitsselbstkonzept ist zunächst unklar, ob es neben den Laborvariablen von dem Fähigkeitsselbstkonzept vor oder direkt nach dem Laborbesuch abhängig ist. Aufgrund der Chronologie müsste das zweite einflussreicher sein. Andererseits könnte es sich dabei um einen unbeständigen schülerlaborbedingten Ausreißer handeln. Dann wäre das anfängliche Fähigkeitsselbstkonzept entscheidender. Die Regressionsanalyse bestätigt eine Kombination aus beiden mit einem Übergewicht des Fähigkeitsselbstkonzepts vom Veranstaltungsende und einigen sehr kleinen Abhängigkeiten von einzelnen Laborvariablen. Somit hat aufgrund der chronologischen Entwicklung die einmalige und kurzfristige Beeinflussung des Fähigkeitsselbstkonzepts anscheinend längerfristige Auswirkungen. Allerdings erschwert wieder die Multikollinearität insbesondere zwischen den Fähigkeitsselbstkonzepten vor und nach der Veranstaltung eine eindeutige Aussage.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Die Wahrnehmung der Schülerlabore durch die Schüler ist weitgehend unabhängig von deren Dispositionen. Nur die *Verständlichkeit* wird nennenswert insbesondere vom Fähigkeitsselbstkonzept beeinflusst.
- Das aktuelle Interesse am Veranstaltungsende ist hauptsächlich von den Laborvariablen *Verständlichkeit*, *Betreuung / Atmosphäre* und *Authentizität* sowie den Sachinteressen der Schüler an den Naturwissenschaften und am Experimentieren abhängig. Die Fachinteressen sind unbedeutend.
- Bei der emotionalen Komponente dominieren zunächst die Laborvariablen, bei der wertbezogenen und der epistemischen sind die wesentlichen Einflüsse zwischen den Rahmenbedingungen und den Dispositionen ausgeglichen. Wochen nach dem Laborbesuch ist insbesondere die Abhängigkeit von der Lernumgebung gesunken.
- Eine geringfügige, längerfristige Beeinflussung der dispositionalen Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren durch das im Schülerlabor geweckte aktuelle Interesse sowie des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts durch die Rahmenbedingungen ist zumindest nicht auszuschließen.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Die multiplen linearen Regressionen über die chronologisch möglichen und theoretisch angenommenen Einflüsse liefern genauere Einsichten in die Wirkungsweise von Schülerlaboren, als die bisher in dieser und den älteren Studien durchgeführten Zusammenhangsanalysen. Es zeigt sich unter anderem, dass die Wahrnehmung der Lernumgebung maßgeblich von den DLR_School_Labs und kaum von den Dispositionen der Schüler abhängig ist. Das erklärt die vergleichsweise wenigen und geringeren signifikanten Unterschiede bei den wahrgenommenen Laborvariablen zwischen den Schulstufen, Geschlechtern und Interessengruppen ungeachtet der deutlich unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen (s. Abschnitt 6.4, ab S. 105). Folglich haben die DLR_School_Labs Lernumgebungen geschaffen, die von naturwissenschaftlich interessierten wie uninteressierten Schülern ähnlich positiv eingeschätzt werden können. Zugleich bestätigen die (nicht-)vorhandenen Dispositionsabhängigkeiten den

Ansatz, die Rahmenbedingungen der Schülerlabore aus der Sicht der Schüler zu untersuchen.

Das aktuelle Interesse im Anschluss an den Laborbesuch wird insgesamt betrachtet etwas stärker von den DLR_School_Labs als von den Dispositionen der Schüler beeinflusst. Das führt bei den untersuchten Schülergruppen mit den unterschiedlichen Dispositionen zu den vergleichsweise kleineren Differenzen beim aktuellen Interesse. Auf diese Weise gelingt es den DLR_School_Labs, die Unterschiede zwischen den Schülern in Teilen zu kompensieren und auch bei denen ein aktuelles Interesse zu wecken, die sich bisher weniger für die Naturwissenschaften oder das Experimentieren interessiert haben. Hierfür sind vor allem die nahezu unabhängig von den Dispositionen wahrgenommene Betreuung und Atmosphäre während der Veranstaltung und die authentischen Einblicke in die Wissenschaft verantwortlich. Sie haben zusammen mit der am stärksten dispositionsabhängig wahrgenommenen Verständlichkeit der Experimente und Anleitungen die größten Einflüsse von Seiten der Lernumgebung auf das aktuelle Interesse. Insofern ergibt sich bei der Verständlichkeit im Hinblick auf eine noch effektivere Interessensförderung während der Schülerlaborveranstaltungen ein mögliches Verbesserungspotential. Sie sollte beispielsweise durch eine entsprechend sensibilisierte Betreuung stärker an die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Schüler angepasst werden, damit sie unabhängig(er) von den Dispositionen wahrgenommen wird.

Von Seiten der Schüler wird das aktuelle Interesse insbesondere durch die bestehenden Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren sowie teilweise durch das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept beeinflusst. Die dispositionalen Interessen am Biologie-, Chemie-, Mathematik- und Physikunterricht sind bedeutungslos. Offenbar übertragen die Schüler ihre Einstellungen gegenüber dem naturwissenschaftlichen Schulunterricht vor allem bei dem oftmals als langweilig, schwierig und uninteressant geltenden Fach Physik nicht auf die DLR_School_Labs. Diese Fähigkeit, unabhängig von negativen schulischen Erfahrungen bei den Schülern ein aktuelles Interesse an physikalischen Themen zu wecken, belegt für sich genommen schon die Bedeutung und Wirksamkeit der außerschulischen Lernorte und deren Sinnhaftigkeit als Ergänzung zum Unterricht.

In den Wochen nach dem Laborbesuch werden aufgrund der verblassenden Erinnerungen die Einflüsse der Rahmenbedingungen der Schülerlabore auf das aktuelle Interesse erwartungsgemäß geringer. Währenddessen bleibt die Abhängigkeit von den Dispositionen der Schüler bestehen. Somit erfolgt ein Übergang von einem situations- und dispositionsgebundenen aktuellen Interesse zu einem zunehmend nur noch von den Dispositionen geprägten Interesse, der mit geringfügig sinkenden Werten einhergeht (s. Abb. 6.1, S. 97). Daher ist es für die angestrebte Förderung der dispositionalen Interessen sinnvoll, mit neuen aufeinander aufbauenden Situationen, beispielsweise durch weitere Laborbesuche oder deren Integration in den Schulunterricht, das aktuelle Interesse zumindest zu stabilisieren. Allerdings kann bisher auch nicht ausgeschlossen werden, dass bereits eine einmalige Teilnahme an einer Schülerlaborveranstaltung einen Einfluss auf die Dispositionen ausübt. Genauere Erkenntnisse liefert das Strukturgleichungsmodell im nächsten Abschnitt.

7.2 Untersuchung der Einflüsse durch ein Strukturgleichungsmodell

Im vorigen Abschnitt wurden die theoretisch angenommenen und chronologisch möglichen Abhängigkeiten zwischen den erhobenen Variablen im Einzelnen untersucht. Im Folgenden wird ein Strukturgleichungsmodell aufgestellt und überprüft, welches alle Einflüsse beinhaltet und im Prinzip dem Gesamtmodell entspricht. Kernelemente des Modells sind acht nicht direkt von den Schülern erhobene Größen. Diese in der Abb. 7.1 durch Ellipsen dargestellten latenten Variablen sind mit mindestens zwei in Form von Rechtecken abgebildeten manifesten, also tatsächlich gemessenen Skalen oder Einzelitems verbunden. Die dahinter stehende Annahme ist, dass die Skalen oder Items und deren Korrelationen untereinander durch eine nicht beobachtbare Hintergrundvariable erklärt werden können. In diesem Sinne ergeben sich zu den jeweiligen Messzeitpunkten aus der latenten Variable 'Labor' die acht wahrgenommenen Laborvariablen, aus 'SI T1/T3' die Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren, aus 'Akt. Int. T2/T3' die drei Komponenten des aktuellen Interesses sowie aus 'FSK T1/T2/T3' die Items zum naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept.

Des Weiteren muss für die Berechnung derartiger Modelle jede endogene Größe, somit alle latenten oder manifesten Variablen, auf die eine andere Variable einwirkt, mit einem möglichen Fehler assoziiert sein, die in der Abb. 7.1 durch Kreise dargestellt werden. Aufgrund der großen Zusammenhänge zwischen den inhaltlich übereinstimmenden Skalen beziehungsweise Items aus den verschiedenen Messzeitpunkten sind auch Korrelationen zwischen den zugehörigen Fehlern anzunehmen. Das betrifft die Fehler der Sachinteressenskalen, der Komponenten des aktuellen Interesses und der Items des Fähigkeitsselbstkonzepts. Direkte Korrelationen zwischen den endogenen Variablen sind nicht möglich.

Von besonderem Interesse sind die auf den theoretischen Überlegungen und zeitlichen Abläufen basierenden Verbindungen zwischen den acht latenten Variablen. Sie entsprechen weitestgehend den im vorigen Abschnitt untersuchten Abhängigkeiten zwischen den manifesten Variablen (s. Tab. 7.1-7.4). Demgemäß beeinflusst das vor dem Laborbesuch bestehende Sachinteresse (SI T1, rote Pfeile) und das Fähigkeitsselbstkonzept (FSK T1, grüne Pfeile) die Wahrnehmung der Lernumgebung (Labor, blaue Pfeile). Zusätzlich wird aufgrund der aus theoretischer Sicht vorhandenen wechselseitigen Einflüsse ein Zusammenhang zwischen dem anfänglichen Sachinteresse (SI T1) und dem Fähigkeitsselbstkonzept (FSK T1) angenommen¹ (oranger Doppelpfeil). Alle drei Variablen wirken wegen der Dispositions- und Situationsabhängigkeit auf das aktuelle Interesse sowohl im Anschluss an den Laborbesuch als auch sechs bis acht Wochen später (Akt. Int. T2/T3). Eine Verbindung der aktuellen Interessen untereinander besteht nicht. Im Gegensatz dazu sind die wiederholt erhobenen Dispositionen (SI T3, FSK T2/T3) aufgrund ihrer relativ stabilen Verankerung in der Persönlichkeitsstruktur, die beim aktuellen Interesse nicht gegeben ist, von den vorherigen Dispositionen abhängig. Des Weiteren gilt die Erzeugung von aktuellen Interessen als eine Voraussetzung zur Förderung der dispositionalen Interessen. In-

¹ Die Korrelationen zwischen den manifesten Variablen sind in Tab. C.2 auf S. 203 aufgeführt.

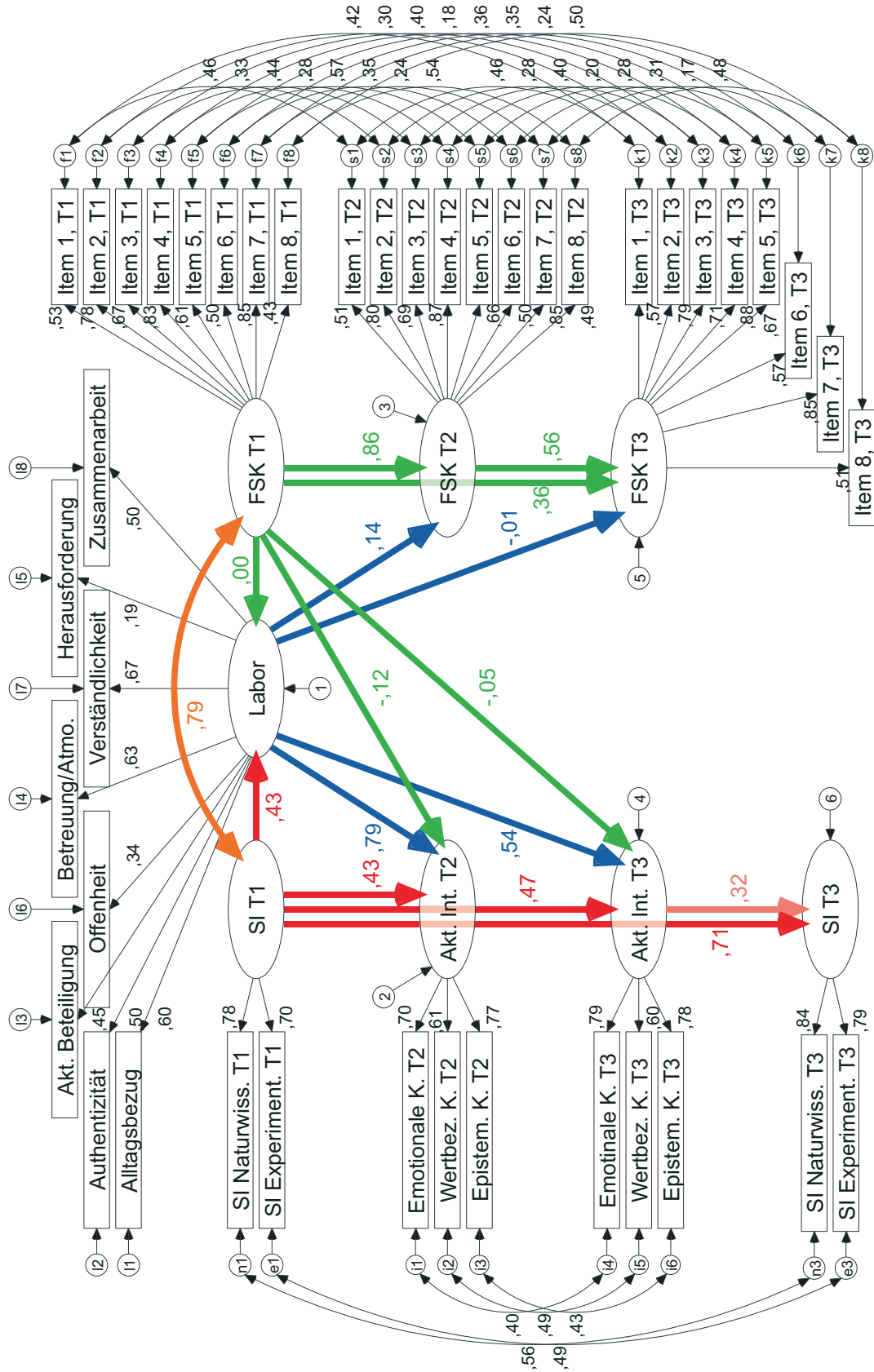


Abb. 7.1: Strukturgleichungsmodell über die Interessenförderung durch Schülerlabore, gefittet mit den Daten der reduzierten Gesamtstichprobe (s. Text). Angegeben sind die standardisierten Koeffizienten.

Fitgröße	Fitkriterien		Fitwerte
	gut	untauglich	
CMIN	-/-	-/-	2482,9
CMIN/DF	~ 1	> 5	3,208
RMSEA	< 0,05	> 0,1	0,057
TLI	> 0,95	= 0	0,893
CFI	> 0,95	= 0	0,904

Tab. 7.5: Beurteilungskriterien und Fitwerte für das mit den Daten der verkleinerten Gesamtstichprobe überprüfte Strukturgleichungsmodell. Die Grenzwerte für die Gütebereiche variieren in Teilen zwischen Arbuckle (1999), Byrne (2001) und Hair et al. (1998).

sofern kann aus theoretischer Sicht das aktuelle Interesse (Akt. Int. T3, rosa Pfeil) auf das Sachinteresse (SI T3) wirken. Eine Beeinflussung des Fähigkeitsselbstkonzepts (FSK T2/T3) durch die Lernumgebung (Labor), beispielsweise aufgrund ihrer Verständlichkeit, ist ebenfalls theoretisch möglich.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Interessen der Schüler an den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern aus zwei Gründen nicht berücksichtigt wurden. Erstens zeigten bereits die multiplen linearen Regressionen eine weitgehende Bedeutungslosigkeit der Fachinteressen als Prädiktoren für die wahrgenommenen Laborvariablen oder die einzelnen Komponenten des aktuellen Interesses (s. Tab. 7.1/7.2, S. 142/143). Zweitens sind für die Überprüfung des Modells vollständige Datensätze einer möglichst großen Stichprobe notwendig. Bei vielen Schülern aus der Oberstufe, die aufgrund der Wahlmöglichkeiten nicht mehr alle Fächer belegen, liegen allerdings keine vollständigen Daten über alle abgefragten Fachinteressen vor. Diese Schüler hätten aus der Stichprobe entfernt werden müssen. Tatsächlich musste die Gesamtstichprobe schon aufgrund fehlender Bewertungen insbesondere bei den einzelnen Items zum Fähigkeitsselbstkonzept von 734 auf 689 Personen reduziert werden. Diese Stichprobenunterschiede sind allerdings unproblematisch, weil ein direkter Vergleich der folgenden Ergebnisse mit den anderen Resultaten der vorliegenden Arbeit wegen der unterschiedlichen latenten oder manifesten Betrachtungsebenen prinzipiell nicht möglich ist. Die genaue Zusammensetzung der verkleinerten Stichprobe ist im Anhang C.3 auf S. 208 aufgeführt.

Das Geflecht von Zusammenhängen und Einflüssen zwischen den latenten Variablen wird als Kausalmodell und die Erklärung der manifesten Variablen durch die einzelnen latenten Variablen als Messmodell bezeichnet. Gemeinsam ergeben sie das Strukturgleichungsmodell, dessen Überprüfung in der vorliegenden Arbeit mit der Analysesoftware Amos 5 (Arbuckle, 2003) erfolgt. Wie die Tab. 7.5 zeigt, befinden sich die Fitwerte zur Beurteilung des aufgestellten Gesamtmodells im akzeptablen, an der Grenze zum guten Bereich. Für sich genommen ist damit noch keine Auskunft über die Modellgüte möglich. Erst in Anbetracht der theoretisch und chronologisch in sich schlüssigen Komplexität mit acht wechselwirkenden latenten Variablen ist das Strukturgleichungsmodell insgesamt betrachtet als bestätigt und plausibel zu bewerten.

Eine eingehendere Betrachtung der in der Abb. 7.1 aufgeführten standardisierten Koeffizienten liefert genauere Aufschlüsse über die angenommenen Zusammenhän-

<i>Totale Effekte</i>	SI T1	Labor	FSK T1
Labor	0,43	-/-	0,00 ^{ns}
Akt. Int. T2	0,77	0,79	-0,12 ^{ns}
Akt. Int. T3	0,70	0,54	-0,05 ^{ns}
SI T3	0,93	0,17	-0,02 ^{ns}
FSK T2	0,06	0,14	0,86
FSK T3	0,03*	0,07*	0,84

Tab. 7.6: Standardisierte totale Effekte der beeinflussenden latenten Variablen (Spalten) auf die beeinflussten Variablen (Zeilen). Abgesehen von den nicht signifikanten Effekten (ns) sind die mit * markierten auf dem 0,05-Niveau und die übrigen auf dem 0,01-Niveau signifikant (zweiseitig). Die Berechnung der Irrtumswahrscheinlichkeiten erfolgte durch das Bootstrap-Verfahren (s. Cheung & Lau, 2008).

ge und Einflüsse zwischen den latenten Variablen. Entgegen den Modellannahmen hat das Fähigkeitsselbstkonzept vor der Schülerlaborveranstaltung keine signifikanten Einflüsse auf die Wahrnehmung der Lernumgebung (Labor \leftarrow FSK T1: $p=0,988$) und auf die aktuellen Interessen am Ende des Laborbesuchs beziehungsweise Wochen später (Akt. Int. T2/T3 \leftarrow FSK T1: $p=0,081/0,517$). Auch der angenommene Einfluss der Lernumgebung auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum Zeitpunkt der dritten Befragung ist nicht vorhanden (FSK T3 \leftarrow Labor: $p=0,65$). Alle anderen Koeffizienten sind auf dem 0,001-Niveau signifikant.

In Übereinstimmung mit den Erwartungen wird das Fähigkeitsselbstkonzept im Anschluss an die Veranstaltung (FSK T2) zu einem Großteil von dem vorher bestehenden Fähigkeitsselbstkonzept (FSK T1) und zu einem kleineren Teil von der Lernumgebung (Labor) beeinflusst. Für das Fähigkeitsselbstkonzept sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch (FSK T3) hat das durch die Lernumgebung beeinflusste Fähigkeitsselbstkonzept (FSK T2) einen größeren Einfluss als das vorher bestehende (FSK T1). Des Weiteren beeinflusst das eng mit dem Fähigkeitsselbstkonzept (FSK T1) in einem Zusammenhang stehende Sachinteresse (SI T1) die Wahrnehmung der Lernumgebung (Labor) und beide wirken sich gemeinsam auf die aktuellen Interessen (Akt. Int. T2/T3) aus. Ebenso wenig überraschend ist der Einfluss des Sachinteresses aus der ersten Befragung (SI T1) auf das Sachinteresse Wochen später (SI T3). Dagegen ist der aus theoretischer Sicht nur geringe mögliche Einfluss des aktuellen Interesses (akt. Int. T3) auf das Sachinteresse (SI T3) unerwartet hoch.

Nach der Überprüfung und Bestätigung der inneren Konsistenz sowie der Untersuchung der einzelnen Einflüsse ermöglicht das Strukturgleichungsmodell auch die Analyse von totalen Effekten, die sich aus den direkten und den indirekten Einflüssen über andere Variablen ergeben. Sie erlauben genauere Aussagen beispielsweise über das Verhältnis zwischen den Gesamteinflüssen der anfänglichen Dispositionen der Schüler und der Lernumgebung Schülerlabor auf das aktuelle Interesse. Wie sich zeigt, beträgt der totale Effekt des Sachinteresses auf das aktuelle Interesse im Anschluss an den Laborbesuch 0,77 (s. Tab. 7.6, SI T1 \Rightarrow Akt. Int. T2). Das Fähigkeitsselbstkonzept als zweite dispositionale Variable übt keine signifikanten Einflüsse auf die Wahrnehmung der Lernumgebung und beide aktuellen Interessen aus (s.o., FSK

T1 \Rightarrow Labor, Akt. Int. T2/T3). Auf der anderen Seite steht dem ein totaler Effekt der Lernumgebung auf das aktuelle Interesse von 0,79 gegenüber (Labor \Rightarrow Akt. Int. T2). Folglich ist für das aktuelle Interesse der Schüler im Anschluss an den Laborbesuch die Lernumgebung vergleichbar einflussreich wie die Dispositionen der Schüler. In den folgenden sechs bis acht Wochen sinkt der Einfluss der Lernumgebung auf das aktuelle Interesse im Vergleich zum Sachinteresse deutlich stärker und somit dominiert zu diesem Zeitpunkt das Sachinteresse (Labor, SI T1 \Rightarrow Akt. Int. T3). Des Weiteren lassen sich zwei oben genannte Ergebnisse präzisieren. Zum einen folgt aus dem unerwartet hohen Einfluss des aktuellen Interesses auf das Sachinteresse Wochen nach dem Laborbesuch ein geringer, aber signifikanter indirekter Effekt der Lernumgebung auf das Sachinteresse (Labor \Rightarrow SI T3). Zum anderen führt der indirekte Einfluss der Lernumgebung über das Fähigkeitsselbstkonzept im Anschluss an den Laborbesuch zu einem kleinen signifikanten totalen Effekt auf das Fähigkeitsselbstkonzept Wochen später (Labor \Rightarrow FSK T3). Aus Gründen der Vollständigkeit sind noch die Effekte des anfänglichen Sachinteresses (SI T1) auf die Fähigkeitsselbstkonzepte (FSK T2/T3) zu erwähnen. Aufgrund der geringen Ausprägung können sie in dieser Untersuchung vernachlässigt werden, zumal sie nicht weiter von Interesse sind und nicht Gegenstand der theoretischen Überlegungen bei der Herleitung des Strukturgleichungsmodells waren.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Das theoriebasiert entwickelte Strukturgleichungsmodell über die Interessenförderung durch Schülerlabore stimmt im Ganzen betrachtet mit den empirischen Daten überein und kann als bestätigt beziehungsweise plausibel angesehen werden.
- Das latente Sachinteresse der Schüler beeinflusst deren latente Wahrnehmung der Lernumgebung und beide beeinflussen vergleichbar stark das latente aktuelle Interesse im Anschluss an den Laborbesuch. Beim latenten aktuellen Interesse Wochen später dominiert das latente Sachinteresse.
- Des Weiteren beeinflusst die latent wahrgenommene Lernumgebung in geringen Maßen das latente Fähigkeitsselbstkonzept und das latente Sachinteresse der Schüler. Beide Einflüsse sind noch Wochen nach dem Laborbesuch nachweisbar.
- Das latente Fähigkeitsselbstkonzept hängt erwartungsgemäß eng mit dem latenten Sachinteresse zusammen. Aber es ist entgegen den Erwartungen für die latente Wahrnehmung der Lernumgebung und die latenten aktuellen Interessen zu T2 und T3 bedeutungslos.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Das theoriebasiert hergeleitete Strukturgleichungsmodell und damit das Gesamtmodell über die an der Interessenförderung in Schülerlaboren beteiligten Faktoren und deren Einflüsse konnte nicht nur empirisch bestätigt werden. Es erlaubt obendrein eine umfassende Einsicht in die Vorgänge, die deutlich über die aus den Detailuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit und der anderen Studien hinausgeht. Wie sich zeigt, wecken die untersuchten Schülerlabore bei den

Schülern nicht nur ein aktuelles Interesse. Zusätzlich beeinflussen sie direkt das Fähigkeitsselbstkonzept und indirekt über das aktuelle Interessens das Sachinteresse der Schüler positiv, wobei sämtliche Einflüsse der Lernumgebung sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch noch nachweisbar sind. Folglich gelingt es den Schülerlaboren über das aktuelle Interesse hinaus auch auf die schwer zu beeinflussenden naturwissenschaftsbezogenen Dispositionen der Schüler einzuwirken.

Neben den nachgewiesenen liefern auch die nicht vorhandenen Einflüsse neue Erkenntnisse. Die bereits in den älteren Untersuchungen aufgrund der festgestellten Korrelationen oftmals unterstellte Bedeutung des Fähigkeitsselbstkonzepts für die Wahrnehmung der Lernumgebung oder das aktuelle Interesse konnte nicht bestätigt werden. Die vermeintlichen Einflüsse haben sich als eine Folge des im Modell berücksichtigten engen Zusammenhangs zwischen dem Fähigkeitsselbstkonzept und dem Sachinteresse erwiesen.

Bezüglich des aktuellen Interessens ermöglicht das Modell ebenfalls präzisere Einsichten. Im Anschluss an den Laborbesuch wird es gleichermaßen von dem Sachinteresse wie von der wahrgenommenen Lernumgebung beeinflusst. Folglich sind die Dispositionen der Schüler und die Rahmenbedingungen der untersuchten Schülerlabore ähnlich bedeutsam. Wochen später ist der Einfluss des Sachinteresses geringfügig und der Einfluss der Lernumgebung deutlich gesunken. Das erhärtet den Erklärungsansatz, nach dem sich das aktuelle Interesse hauptsächlich aufgrund der verlassenden Erinnerungen an den Laborbesuch verändert.

Das Strukturgleichungsmodell ist aber nicht nur für die Schülerlaborforschung von Bedeutung. Zum einen stützt es die Interessentheorie mit ihren Vorstellungen über die Abhängigkeit des aktuellen Interessens vom dispositionalen Interesse und der situationalen Gegebenheit sowie über den möglichen Einfluss des aktuellen Interessens auf das dispositionale Interesse (s. Abschnitte 2.1.3/2.1.4, ab S. 33). Zum anderen lässt sich das Modell ohne Schwierigkeiten auf verschiedene Arten von Lernumgebungen übertragen, deren Schwerpunkt auf dem eigenständigen Experimentieren liegt. Interessant wäre beispielsweise die Untersuchung der Interessenförderung in Science Centern und ein anschließender Vergleich mit Schülerlaboren.

8 WEITERE ERGEBNISSE

Im Folgenden werden einige Aspekte untersucht, die keinen direkten Bezug zu den Hypothesen und Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit haben. Gleichwohl helfen die zusätzlichen Untersuchungen zu einer besseren Einordnung der Ergebnisse aus den vorherigen beiden Kapiteln. Zudem erweitern sie den Blick auf die Lernumgebung Schülerlabor und liefern mögliche Ansätze für weitergehende empirische Studien. Diese ergänzenden Analysen sind in zwei Bereiche unterteilt. Im ersten Abschnitt werden Untersuchungen mit direktem Bezug zu den untersuchten Schülerlaboren und im zweiten Abschnitt mit Bezug zum schulischen Umfeld vorgestellt.

8.1 Untersuchungen mit Bezug zu den Schülerlaboren

Zunächst wird die Akzeptanz der evaluierten DLR_School_Labs bei den Besuchern anhand ihrer Antworten auf geschlossene und offene Fragen zu verschiedenen Aspekten untersucht. Abschließend werden ansatzweise weitere mögliche Einflüsse der Schülerlabore auf die Schüler ergründet. Zur Vermeidung von Wiederholungen erfolgen direkt im Anschluss an die einzelnen Untersuchungen die Teilgruppenvergleiche zwischen den Schulstufen, den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe und den Interessengruppen mit durchschnittlich mittleren (M), hohen (H) und tiefen (T) Werten bezüglich der erhobenen naturwissenschaftsbezogenen Dispositionen (s. Abb. 5.6, S. 91). Auf die Gegenüberstellung der untersuchten Einrichtungen wird in diesem sensiblen Bereich aufgrund der nicht parallelisierten Teilstichproben und der damit verbundenen Ergebnisverfälschungen verzichtet. Deshalb erfolgen auch keine Vergleiche mit den Ergebnissen der älteren Studien über andere Schülerlabore.

8.1.1 Bewertung der Schülerlabore durch geschlossene Fragen

Mit den geschlossenen Fragen zur Akzeptanz der Schülerlabore wurde über eine direkte Benotung durch die Schüler hinaus erhoben, ob sie einen weiteren Besuch wünschen, wie sie die Dauer der Veranstaltung bewerten und wie sie die Wichtigkeit verschiedener Aspekte einstufen.

Benotung. Eine direkte und den Schülern in ihrer Bedeutung vertraute Möglichkeit zur Bewertung der besuchten Schülerlabore ist die Vergabe von Noten. Dazu wurden sie direkt im Anschluss an die Veranstaltung im zweiten Fragebogen gebeten. Ein „sehr gut“ vergeben 21,9%, ein „gut“ 65,9%, ein „befriedigend“ 11,5% und ein „ausreichend“ 0,7% der Besucher. Durchschnittlich ergibt sich eine Note von 1,91.

Die Teilgruppenvergleiche erfolgen bei den Schulstufen und den Geschlechtern durch t- und Mann-Whitney-U-Tests sowie bei den Interessengruppen durch Univariate Varianzanalysen, Kruskal-Wallis- und Scheffé-Tests. Das gilt, sofern nichts anderes

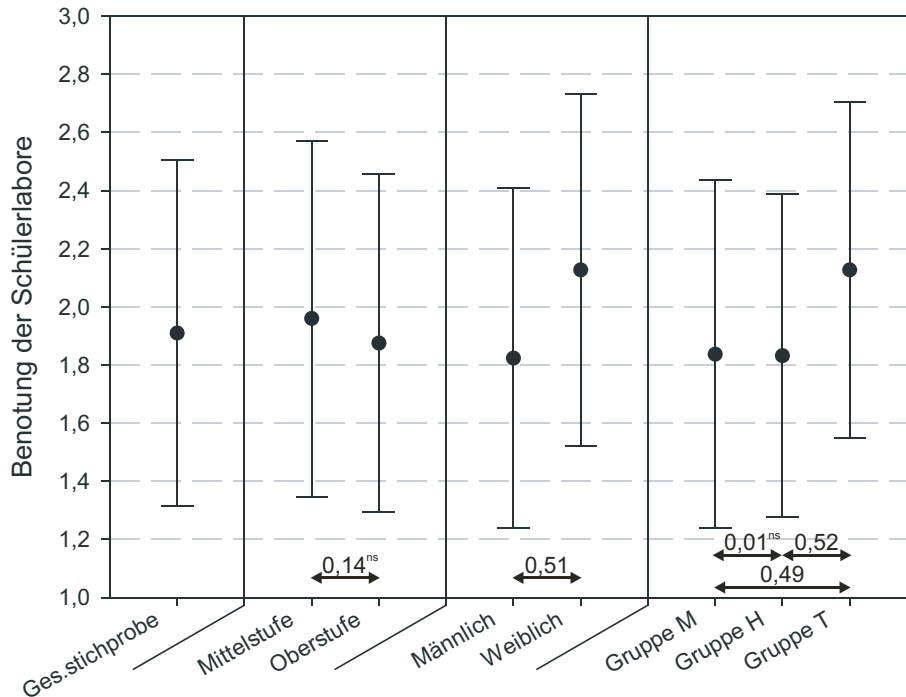


Abb. 8.1: Mittelwert und Standardabweichung der Benotung der DLR_School_Labs, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen (Werte s. Tab. C.11, S. 209). Die Unterschiede zwischen den Teilgruppen bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und Mann-Whitney-U- beziehungsweise Scheffé-Test nicht signifikant.

angegeben ist, auch für die weiteren Untersuchungen. Bei der Benotung der Schülerlabore bestehen zwischen den Schülern aus der Mittel- und der Oberstufe sowie zwischen den Interessengruppen M und H keine signifikanten Bewertungsunterschiede (s. Abb. 8.1). Die weiblichen Schüler aus der Mittelstufe vergeben im Vergleich zu den männlichen Mitschülern, wie auch die Interessengruppe T verglichen mit den Gruppen M und H durchschnittlich weniger gute Noten. In diesen Fällen handelt es sich um mittelstarke Effekte.

Wiederholung. Ein weiterer Beleg für die hohe Akzeptanz der untersuchten Schülerlabore ist der Anteil der Schüler, die sie zu einem anderen Thema oder für andere Experimente ein weiteres Mal besuchen wollen. Am Ende der Veranstaltung würden fast 93% und sechs bis acht Wochen später noch 89% aller befragten Personen gerne wiederkommen. Nach den Teilgruppenuntersuchungen durch Chi-Quadrat-Tests haben zu T2 und T3 die Mittelstufenschüler und die Gruppe T vergleichsweise signifikant niedrigere Werte (Stufen: $p_{T2/T3}=0,001/0,018$; Gruppe T: $p_{H/M,T2/T3}<0,001$). Zwischen den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe sowie zwischen den Gruppen M und H bestehen keine Unterschiede (s. Tab. C.12, S. 209).

Dauer. Ein weiteres wichtiges Indiz für die Akzeptanz der Schülerlaborveranstaltung ist die von den Teilnehmern wahrgenommene Dauer. Ist der Besuch uninteressant oder überfordernd, kann er schnell als langweilig und damit als zu lang empfunden

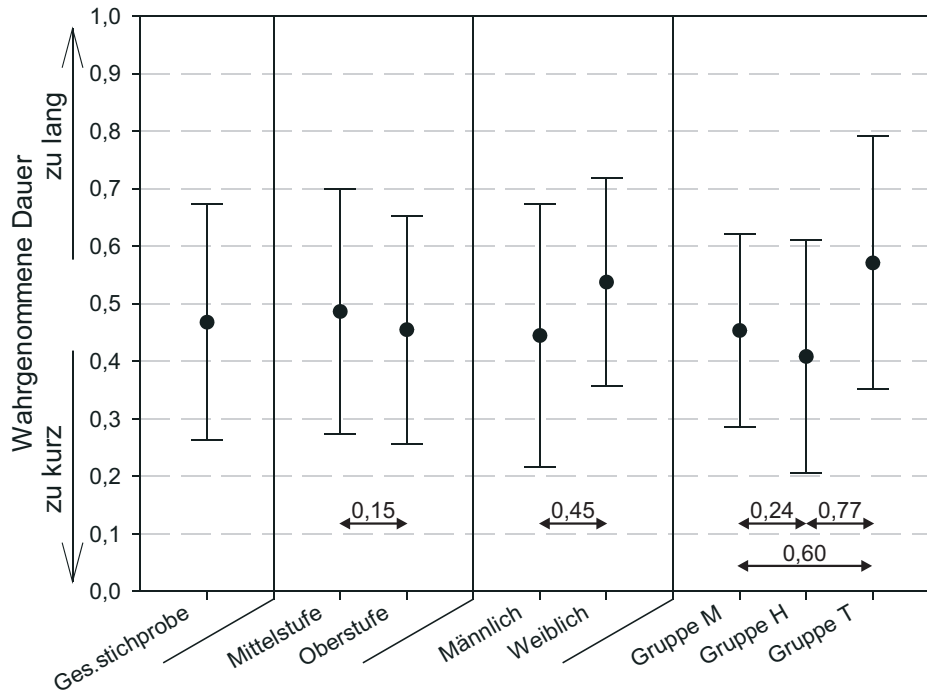


Abb. 8.2: Wahrgenommene Veranstaltungsdauer („zu kurz“ $\hat{=}$ 0, „zu lang“ $\hat{=}$ 1), getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen (Werte s. Tab. C.13, S. 210). Alle Unterschiede zwischen den Teilgruppen mit den jeweiligen Effektstärken sind beim t- und Mann-Whitney-U- beziehungsweise Scheffé-Test signifikant.

werden. Bei den untersuchten Schülerlaboren wird die Dauer des Laborbesuchs von 60% der befragten Personen als ausreichend empfunden. Für 19% ist die Veranstaltung etwas und für 6% sogar viel zu kurz. Als etwas oder auch wesentlich zu lang bewerten sie 12% beziehungsweise 3%. Folglich wird die im Schülerlabor verbrachte Zeit durchschnittlich als genau richtig mit der geringfügigen Tendenz in Richtung „zu kurz“ wahrgenommen (s. Abb. 8.2).

Die Teilgruppenuntersuchungen liefern bei allen Vergleichen signifikante Unterschiede. Abweichungen mit kleinen Effektstärken bestehen zwischen den Schulstufen sowie den Interessengruppen M und H. Für die Schüler aus der Oberstufe und der Gruppe H könnten die Veranstaltungen durchschnittlich noch etwas länger dauern. Die weiblichen Schüler aus der Mittelstufe und die Personen aus der Interessengruppe T empfinden dagegen die im Labor verbrachte Zeit als geringfügig zu lang. Sie weichen somit deutlicher von den Vergleichsgruppen ab. Es ergeben sich Effektstärken, die bei den Geschlechtern im mittleren und bei den Interessengruppen im mittleren bis großen Bereich liegen.

Wichtigkeit verschiedener Aspekte. Dass der mit einem Besuch verbundene Ausfall des Schulunterrichts eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielt, zeigt die Abb. 8.3. Sie ergibt sich aus den Bewertungen von folgenden vier in der dritten Befragung aufgeführten Feststellungen: „Mir war es wichtig,“ erstens „dass ich im Schülerlabor die Möglichkeit hatte, Experimente durchzuführen“, zweitens „dass ich Dinge über Naturwissenschaften gelernt habe“, drittens „dass ich Spaß hatte“ und viertens

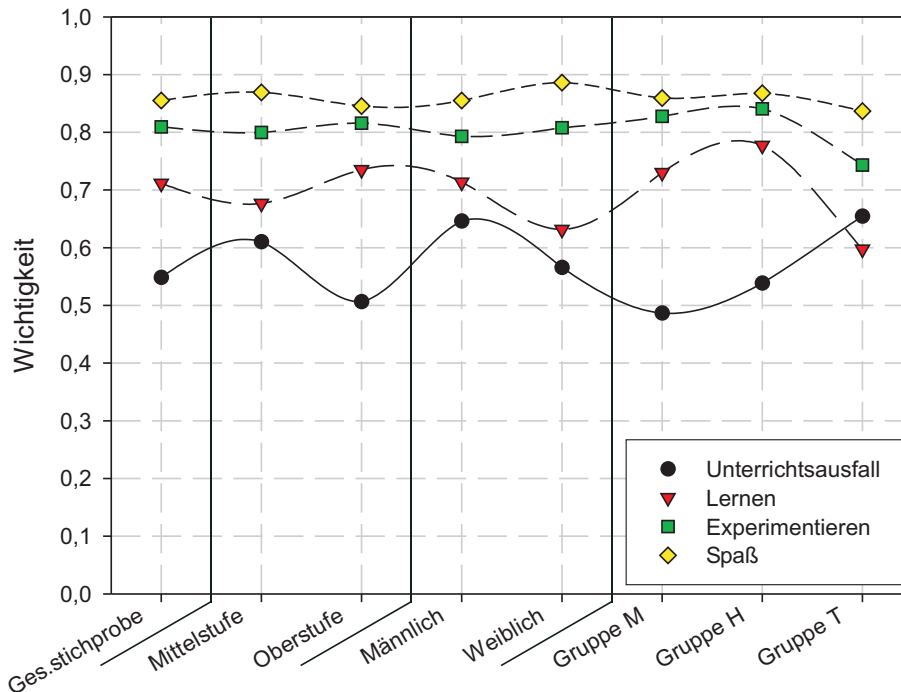


Abb. 8.3: Mittelwerte der Wichtigkeit der mit dem Schülerlaborbesuch verbundenen Aspekte Unterrichtsausfall, Lernen, Experimentieren und Spaß, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen (Werte s. Tab. C.14, S. 210, Effektstärken s. Tab. 8.1). Die Verbindungslinien dienen der Orientierung.

Unterschiede und Effektstärken d	Sek. I vs. II	Geschl. ♂ vs. ♀	Interessengruppe		
			H vs. M	H vs. T	M vs. T
Spaß	-0,12*	0,16 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
Experimentieren	0,07 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,41	-0,37
Lernen	0,25	-0,33	-0,22 ^{ns}	-0,77	-0,57
Unterrichtsausfall	-0,32	-0,24	-0,16 ^{ns}	0,36	0,54

Tab. 8.1: Unterschiede und Effektstärken d zwischen den Teilgruppen bei der Wichtigkeit der mit dem Laborbesuch verbundenen Aspekte Unterrichtsausfall, Lernen, Experimentieren und Spaß (s. Abb. 8.3). Die durch * oder ns gekennzeichneten Unterschiede sind im Gegensatz zu den anderen beim t- oder zusätzlich auch beim Mann-Whitney-U- beziehungsweise hinsichtlich der Interessengruppen beim Scheffé-Test nicht signifikant.

„dass der Unterricht in der Schule ausfiel“. Letzteres ist den Schülern im Durchschnitt am unwichtigsten. Dieser Aussage haben nur 40% ziemlich oder völlig zugestimmt. Dass sie etwas gelernt haben, ist schon für die Mehrheit von 68% zumindest ziemlich bedeutsam. Ebenso relevant ist für 84% die Möglichkeit zu experimentieren. Mit 89% ziemlicher oder völliger Zustimmung ist aber den meisten Schülern der Spaß besonders wichtig.

Die Teilgruppenuntersuchungen zeigen häufiger signifikante Unterschiede (s. Tab. 8.1). Kleinere Abweichungen bestehen zwischen den Schulstufen und den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe. Die Oberstufenschüler finden es wichtiger als die Mittel-

stufenschüler, etwas gelernt zu haben, und messen im Gegenzug dem Unterrichtsausfall sowie dem Spaß eine geringere Relevanz bei. Innerhalb der Mittelstufe ist für die männlichen Schüler der Unterrichtsausfall, aber auch das Lernen bedeutender als für die weiblichen Schüler. Größere Abweichungen mit mittleren Effektstärken sind zwischen einzelnen Interessengruppen festzustellen. Die Gruppe T bewertet im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen die Aspekte Lernen und Experimentieren niedriger und den Unterrichtsausfall höher. Er ist diesen Schülern sogar wichtiger als das Lernen. Die Gruppen M und H unterscheiden sich nicht.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Die Akzeptanz der DLR_School_Labs bei den Besuchern ist eindrucksvoll. Annähernd neun von zehn Schülern benoten die Schülerlabore mit „gut“ oder „sehr gut“ und wünschen sich selbst Wochen nach der Veranstaltung einen weiteren Besuch. Die Veranstaltungsdauer wird im Durchschnitt als genau richtig bewertet.
- Den Schülern ist insbesondere wichtig, im Schülerlabor Spaß und die Möglichkeit zum Experimentieren zu haben, gefolgt von der Gelegenheit etwas zu lernen. Vergleichsweise unwichtig ist der mit dem Laborbesuch verbundene Unterrichtsausfall.
- Zwischen den Schulstufen bestehen nur geringe Unterschiede. Die Oberstufenschüler bewerten die Veranstaltungsdauer eher in Richtung zu kurz und wollen häufiger einen weiteren Besuch. Des Weiteren ist für sie das Lernen bedeutsamer, der Unterrichtsausfall und der Spaß unwichtiger.
- Zwischen den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe bestehen aufgrund schlechterer Werte bei den weiblichen Schülern mittelstarke Unterschiede bei der Bewertung der Schülerlabore und der Veranstaltungsdauer. Den männlichen Schülern ist sowohl der Unterrichtsausfall wie auch das Lernen geringfügig wichtiger.
- Die Interessengruppe T unterscheidet sich zum Teil deutlich von den Gruppen M und H, indem sie die Schülerlabore sowie die Veranstaltungsdauer schlechter bewertet und seltener einen weiteren Besuch will. Darüber hinaus ist für sie der Unterrichtsausfall bedeutsamer und das Lernen sowie das Experimentieren unwichtiger. Die Gruppen M und H unterscheiden sich nur bei der Veranstaltungsdauer aufgrund einer geringfügig schlechteren Bewertung der Gruppe M.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Für die Förderung der Interessen und anderer positiver Einflüsse ist eine hohe Akzeptanz der Schülerlabore bei den Schülern vermutlich eine Grundvoraussetzung, die bei den untersuchten DLR_School_Labs offenbar erfüllt wird. Eine bessere Benotung der Labore oder ein noch häufiger geäußelter Wunsch nach einem weiteren Besuch ist realistisch betrachtet nur schwer vorstellbar. Die Hauptursache dafür ist nicht, wie sich vermuten ließe, in dem schülerlaborunabhängigen Ausfall von Schulunterricht zu finden. Bei den Bewertungen stehen der erlebte Spaß, die erhaltene Möglichkeit zum Experimentieren und die Gelegenheit zum Lernen, also schülerlaborbedingte Aspekte im Vordergrund. Auch das Niveau der Veranstaltungen ist anscheinend angemessen. Zumindest ist die Einschätzung der Veranstaltungsdauer als

genau richtig ein Indiz dafür, dass die DLR_School_Labs die Schüler im Durchschnitt weder über- noch unterfordern. Allerdings existieren teilweise Unterschiede zwischen den untersuchten Teilgruppen, wobei Erwartungen, nach denen die unterschiedlichsten Schülergruppen die Schülerlabore gleichermaßen bewerten, unrealistisch sind. Dennoch könnte beispielsweise das Niveau für die Schüler aus der Interessengruppe H etwas höher und für die Schüler aus der Gruppe T geringfügig niedriger sein. Eventuell besteht hier für die DLR_School_Labs ein geringes Verbesserungspotential über die Betreuung eine weitergehende Individualisierung der Anforderungen zu ermöglichen. Wenn die Betreuer entsprechend sensibilisiert und in ausreichender Anzahl vorhanden sind, könnten sie sich den individuellen Schülerniveaus und -bedürfnissen unter Umständen noch besser anpassen.

8.1.2 Bewertung der Schülerlabore durch offene Fragen

Um über die anhand geschlossener Fragen untersuchten Aspekte hinaus weitere Erkenntnisse zu gewinnen, sollten die Schüler insgesamt vier offene Fragen beantworten. Davon wurden drei direkt im Anschluss an den Laborbesuch erhoben. Sie lauten: „Was hat Ihnen am Besuch des Labors am besten gefallen“, „gibt es etwas Besonderes, das Sie heute gelernt haben“ und „was haben Sie am heutigen Besuch des Labors vermisst?“ Mit der vierten offenen Frage wurden die Schüler sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch gebeten, ihre Entscheidung für oder gegen einen weiteren Besuch im Schülerlabor zu begründen. Die folgenden Auswertungen basieren auf Kategoriensystemen, die in Anlehnung an Engeln (2004) aus den Antworten auf die einzelnen Fragen entwickelt wurden.

Gefallen. Über 96% der befragten Personen beantworteten die Frage. Oft nannten sie sogar mehrere Aspekte, die ihnen gefielen. Die Kategorisierung der einzelnen Aussagen ergibt Abb. 8.4. Am häufigsten wird mit 22% die Betreuung und die Atmosphäre, beispielsweise mit Antworten wie „das kompetente, freundliche Personal“ oder „die lockere Atmosphäre“, gelobt. Im Vordergrund stehen aber, aufgeteilt in drei verschiedene Kategorien, die Experimente. Fast jede fünfte Äußerungen bezieht sich auf konkrete Experimente wie „die Gravitationsbiologie mit dem Pantoffeltierchenexperiment“. Mit einem Anteil von 16% werden die Experimente im Allgemeinen erwähnt, unter anderem durch Feststellungen wie „die realitätsnahen“ oder „praktischen Versuche“. „Das selbstständige Experimentieren“ betonen wortwörtlich oder sinngemäß 12%. Beispiele für die weiteren in der Abbildung aufgeführten Kategorien sind:

- *Wissenserwerb:* „Dass ich so viel lernen konnte“, „Man versteht Sachen besser, als im normalen Schulalltag, da man intensiver auf Dinge eingehen kann“
- *Ausstattung:* „Mit vielen sehr modernen und teuren Geräten selbstständig umgehen zu dürfen“, „Die ausgezeichneten Experimentiergeräte“
- *Sonstiges:* „Die Arbeit in den kleinen Gruppen“, „Abwechslung vom normalen Physikunterricht“
- *Forschungseinrichtung:* „Die Institutsführung“, „Die Besichtigung der Kontrollräume“, „Der Windkanal“

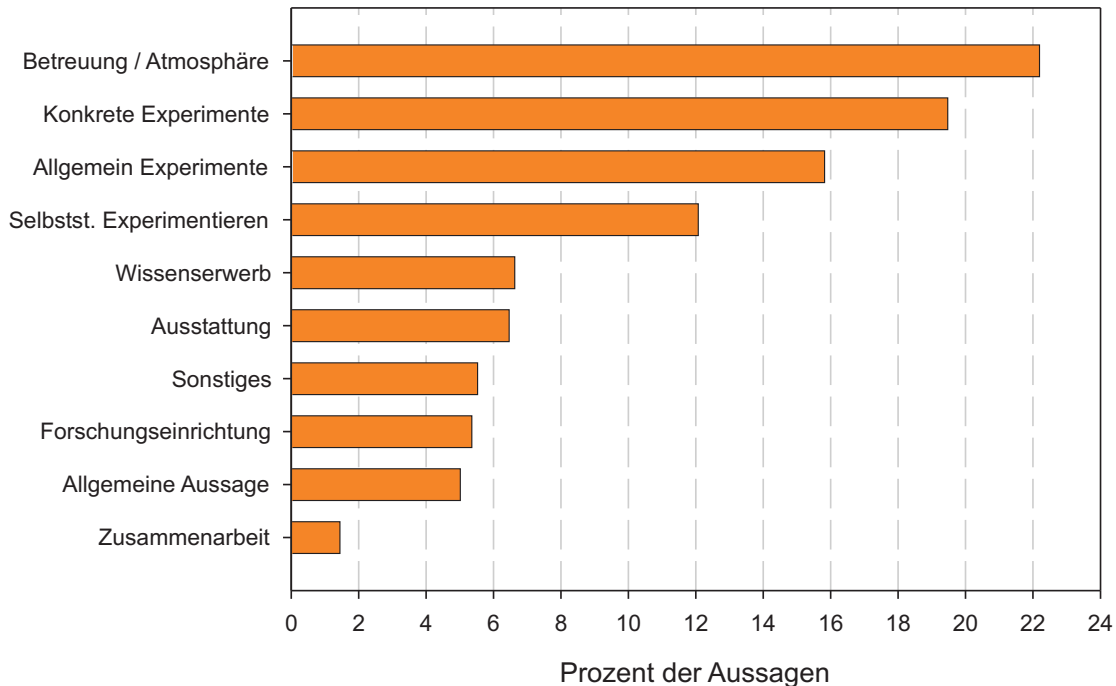


Abb. 8.4: Prozentuale Verteilung der Schüleraussagen auf die Frage „was hat Ihnen am Besuch des Labors am besten gefallen?“

- *Allgemeine Aussage:* „Mir hat eigentlich alles gut gefallen“, „Alles in allem der gelungene und interessante Besuch“
- *Zusammenarbeit:* „Das Arbeiten in Gruppen“, „Die gute Zusammenarbeit zwischen den Leitenden und den Schülern“

Bei einzelnen Kategorien kommt es zwischen den in dieser Arbeit untersuchten Teilgruppen zu größeren Unterschieden, wobei die meisten zwischen den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe bestehen (s. Tab. C.16, S. 211). Die weiblichen Schüler sowie die Personen aus der Oberstufe und der Interessengruppe M betonen wesentlich häufiger als die jeweilige(n) Vergleichsgruppe(n) die Betreuung / Atmosphäre. Im Gegenzug nennen die männlichen Schüler, wie auch die gesamte Mittelstufe, öfter konkrete Experimente. Des Weiteren sind die Aussagen der männlichen Personen häufiger allgemeiner Natur, während von den weiblichen Personen das selbstständige Experimentieren mehr als doppelt so oft angeführt wird. Darüber hinaus besteht zwischen den Interessengruppen noch ein Unterschied bei der Kategorie Ausstattung. Sie wird am meisten von der Gruppe H hervorgehoben.

Gelernt. Dass der Besuch eines Schülerlabors nicht nur auf einer vermeintlich oberflächlichen Ebene Spaß bringt, belegen die Antworten der Schüler auf die Frage, was sie im Schülerlabor gelernt haben. Mehr als 82% der befragten Personen haben mindestens einen Aspekt genannt. Über die Hälfte der Äußerungen bezieht sich allgemein auf die im Labor oder bei einzelnen Experimenten behandelten Themen (s. Abb. 8.5). Beispielsweise lernten die Schüler „viel über Aerodynamik“ oder „wie GPS funktioniert“. Noch allgemeiner, aber positiv sind 9% der Angaben. Sie lauten häufig „vieles“ oder „zu viel um alles aufzuschreiben“. Etwa gleich viele sind präziser

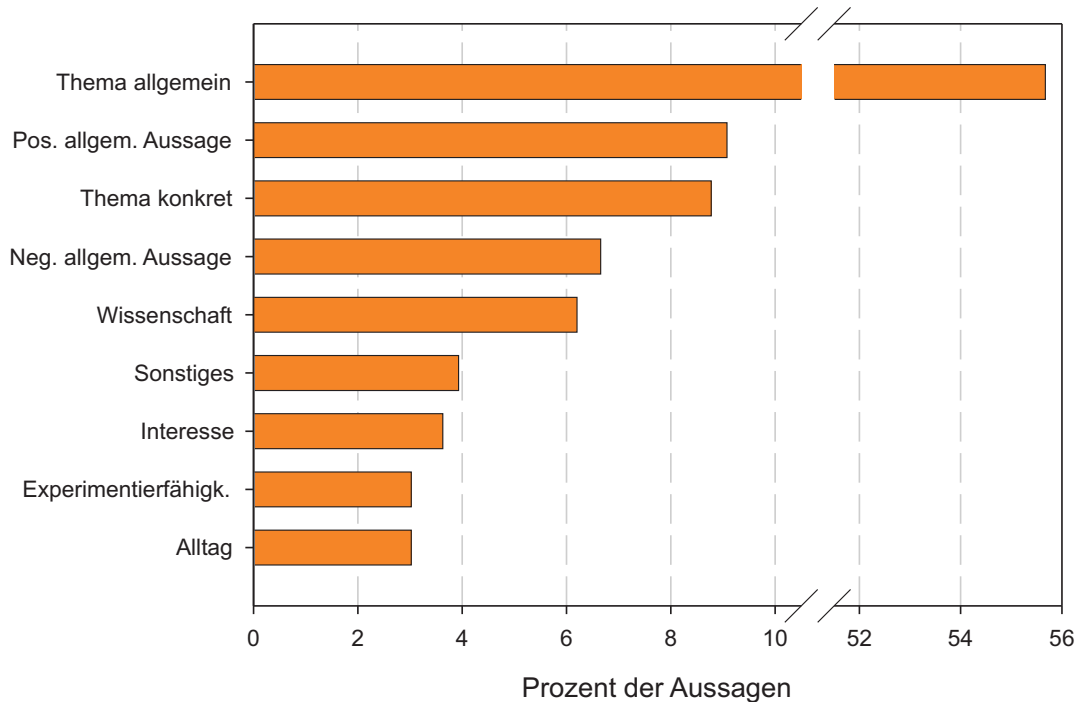


Abb. 8.5: Prozentuale Verteilung der Schüleraussagen auf die Frage „gibt es etwas Besonderes, dass Sie heute gelernt haben?“

und benennen ganz konkrete Inhalte wie „Schall lässt sich durch Gegenschall verringern“. Nur knapp 7% sind negative allgemeine Antworten. Diese Schüler behaupten auf folgende oder ähnliche Weise „nichts“ oder „nichts außergewöhnliches“ gelernt zu haben. Beispiele für die weiteren in der Abbildung aufgeführten Kategorien sind:

- *Wissenschaft:* „Wie wichtig Experimente für die Menschheit und Umwelt sind“
- *Interesse:* „Naturwissenschaften sind cool! ... und gar nicht so langweilig!“
- *Experimentierfähigkeiten:* „Dass Messergebnisse voneinander abweichen können“
- *Alltag:* „Bedeutung der Versuche für das alltägliche Leben“

Verglichen mit den Antworten auf die Frage nach den Aspekten, die den Schülern gefallen haben, bestehen bei den Äußerungen über das Gelernte deutlich weniger nennenswerte Unterschiede zwischen den Teilgruppen (s. Tab. C.17, S. 212). So treffen innerhalb der Mittelstufe mehr männliche als weibliche Schüler positive oder negative allgemeine Aussagen. Umgekehrt lernen vor allem die weiblichen Schüler, dass Naturwissenschaften interessant sein können. Von ihnen wird dieser Punkt am dritthäufigsten genannt, während die männlichen Schüler ihn kein einziges Mal erwähnt haben. Darüber hinaus besteht noch ein zu erwähnender Unterschied bei den Interessengruppen. Die Gruppe M gibt im Vergleich zur Gruppe H häufiger die allgemeinen behandelten Themen an.

Vermisst. Mit der dritten offenen Frage wird untersucht, was die Teilnehmer während der Veranstaltung im Schülerlabor vermisst haben. Nur zwei Drittel der Schüler haben sie beantwortet und mehr als jede vierte Aussage ist zumeist sehr kurz, nämlich „nichts“ (s. Abb. 8.6). Somit bekunden mehr als die Hälfte der befragten Personen

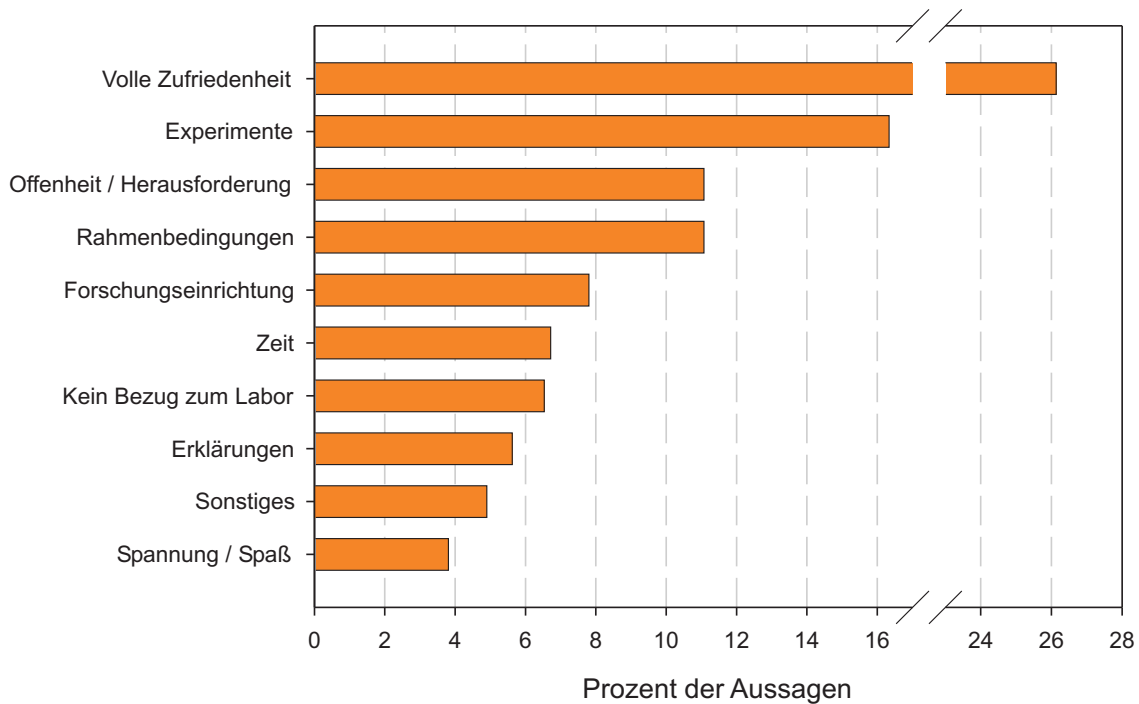


Abb. 8.6: Prozentuale Verteilung der Schüleraussagen auf die Frage „was haben Sie am heutigen Besuch des Labors vermisst?“

ausdrücklich oder stillschweigend durch Nichtbeantwortung ihre volle Zufriedenheit. Über 16% der genannten Aspekte beziehen sich auf die Experimente. Zumeist wird bedauert, dass nicht alle durchgeführt werden konnten. Einen direkten Bezug zur Offenheit und Herausforderung beim Experimentieren haben etwa 11% . So wird häufig die Möglichkeit für mehr „Freiraum“, „Eigeninitiative“ und „selbstständigeres Experimentieren“ gefordert. Genauso viele Anmerkungen betreffen die Rahmenbedingungen. Innerhalb diese Kategorie beanstanden über die Hälfte die nicht vorhandenen Möglichkeiten (gut) zu essen oder zu trinken und ein Fünftel wünschen mehr oder längere Pausen. Beispiele für die anderen in der Abbildung aufgeführten Punkte sind:

- *Forschungseinrichtung:* „Mehr Einblick in das Forschungsleben“, „Besichtigungen“
- *Zeit:* „Mehr Zeit für die Experimente“, „Zeit zum Diskutieren“
- *Ohne Bezug zum Labor:* „Radiergummi, Bleistift, Lineal“, „meine Freundin Franzl“
- *Erklärungen:* „(Idiotensichere) Erklärung“, „es wurde zu schnell erzählt.“
- *Sonstiges:* „Stärkeren Bezug zur Raumfahrttechnik“, „eigenes Hintergrundwissen“
- *Spannung / Spaß:* „Eine Fahrt mit der Zentrifuge“, „Explosionen“

Die Schüler aus der Mittelstufe und innerhalb dieser Gruppe insbesondere die weiblichen Personen sowie die Interessengruppe M äußern deutlich häufiger als die Vergleichsgruppe(n) ihre volle Zufriedenheit (s. Tab. C.18, S. 212). Darüber hinaus vermissen die Oberstufenschüler öfters als ihre jüngeren Kollegen tiefere Einblicke in die besuchte Forschungseinrichtung und in den Arbeitsalltag der Wissenschaftler. Weitere größere Unterschiede bestehen nur noch zwischen den Interessengruppen.

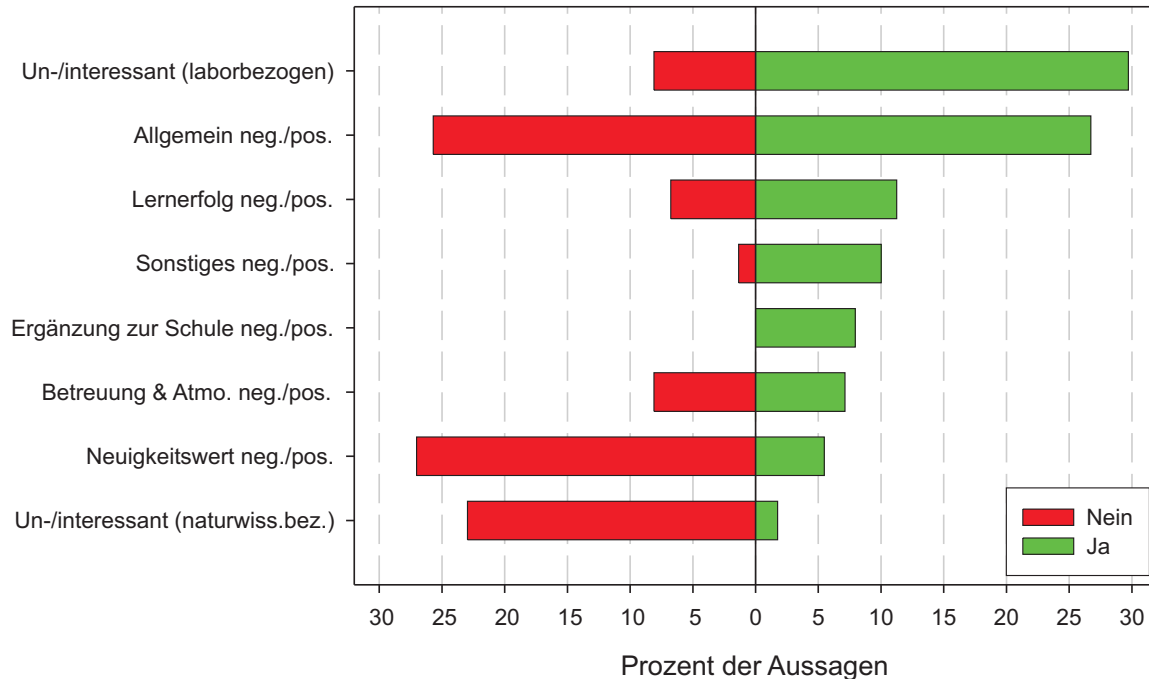


Abb. 8.7: Prozentualer Anteil der Begründungen für keinen (links) beziehungsweise einen (rechts) weiteren Besuch des Schülerlabors.

Die Gruppe T kritisiert häufiger die Rahmenbedingung, fordert vermehrt Spannung beziehungsweise Spaß und vermisst seltener, mehr Zeit zur Verfügung zu haben.

Wiederholung. Von den 89% der befragten Personen, die sechs bis acht Wochen nach der Veranstaltung einen weiteren Besuch wollen (s.o.), haben 94% mindestens eine Begründung abgegeben (s. grüne Balken in Abb. 8.7 und Tab. C.19, S. 213). Mit 30% lauten die meisten Aussagen im Prinzip „weil es interessant war“ und mit 27% an zweiter Stelle „weil es Spaß gebracht hat“ oder „gut“, „toll“, „super“ etc. war. In beiden Fällen wird gelegentlich noch anstelle von ‘es’ explizit auf die Veranstaltung, die Experimente oder das eigenständige Experimentieren verwiesen. Mehr als jede zehnte Begründung bezieht sich auf den Lernerfolg im Schülerlabor. Häufig heißt es „weil ich dort eine Menge gelernt ...“ oder „... verstanden habe“. Dass ein weiterer Laborbesuch auch als eine gute Ergänzung zur Schule angesehen wird, zeigen 8% der Begründungen wie „es war eine Abwechslung zum Schulalltag“ oder „man hat dort bessere Bedingungen und Möglichkeiten als in der Schule.“ Beispiele für die übrigen Kategorien sind:

- *Sonstiges:* „Weil man dort praktische Erfahrungen sammelt“, „es war informativ“
- *Betreuung & Atmo.:* „Weil mir die Atmosphäre gefallen hat“, „die Leute sind voll nett“
- *Neuigkeitswert:* „Da wir nur zwei Versuche durchführen konnten“
- *Interessant (naturwiss.bez.):* „Es gibt noch viele Bereiche, die mich interessieren“

Auf der anderen Seite geben von den 10% der Schüler, die zu T3 ein fehlendes Bedürfnis nach einem weiteren Laborbesuch artikulieren (s.o., mit 1% fehlenden Antworten), 84% mindestens einen Grund an (s. rote Balken in Abb. 8.7 und Tab. C.20,

S. 213). Von den insgesamt nur 74 Aussagen spricht mehr als jede vierte einem erneuten Besuch einen Neuigkeitswert ab. Sie lauten ungeachtet der gestellten Frage, die sich explizit auf neue Themen und Experimente bezieht, wörtlich oder sinngemäß „ich habe schon alle Versuche gemacht“ beziehungsweise „... gesehen“. Etwas weniger Begründungen sind auf einer allgemeinen Ebene negativ gehalten, indem es beispielsweise heißt: „Es war langweilig“. Die dritte und letzte relativ häufig genannte Kategorie hat keinen Bezug zu den Schülerlaboren, sondern zu den Schülern selbst. Sie sagen: „Ich interessiere mich nicht für Naturwissenschaften“. Beispiele für die weiteren in der Abbildung aufgeführten und mit jeweils sechs beziehungsweise fünf Nennungen untergeordneten Punkte sind:

- *Betreuung & Atmo.*: „Wenn alles nicht so streng wäre“
- *Uninteressant (laborbezogen)*: „Weil ich es eher uninteressant fand“
- *Lernerfolg*: „Weil ich nicht soviel neues gelernt habe“

Bei den Begründungen für einen weiteren Besuch bestehen nur in Einzelfällen deutlichere Unterschiede zwischen den Teilgruppen (s. Tab. C.19, S. 213). Die Schüler aus der Mittelstufe und aus der Interessengruppe H äußern sich häufiger als die Personen aus der Oberstufe oder der Gruppe T allgemein positiv. Des Weiteren hält die Gruppe T öfters als die Gruppe H den Laborbesuch für eine gute Alternative zum Schulunterricht. Auf die Teilgruppenvergleiche bei den Begründungen gegen einen weiteren Besuch wird angesichts der geringen Anzahl von Antworten verzichtet.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Nahezu allen Schülern hat mindestens ein Aspekt gefallen. Am häufigsten wird die Betreuung / Atmosphäre angegeben, gefolgt von konkreten Experimenten und den Experimenten im Allgemeinen sowie dem selbstständigen Experimentieren.
- Ungefähr drei von vier Schülern geben an, etwas im Schülerlabor gelernt zu haben. Über die Hälfte der Aussagen bezieht sich konkret auf die behandelten Themen und Experimente.
- Über die Hälfte der Schüler hat im Schülerlabor nichts vermisst. Die übrigen hätten unter anderem gerne mehr Experimente durchgeführt, wünschen sich eine größere Offenheit und Herausforderung oder kritisieren die Rahmenbedingungen.
- Die Schüler, die einen weiteren Besuch des Schülerlabors wünschen, führen häufig als Begründung an, dass es interessant und/oder toll, gut, super, etc. war sowie Spaß gebracht hat. Die wenigen Schüler, die keinen weiteren Besuch wollen, bezweifeln häufig einen Neuigkeitswert, äußern sich allgemein negativ oder bekennen, dass sie sich nicht für Naturwissenschaften interessieren.
- Die Teilgruppen unterscheiden sich teilweise im Antwortverhalten. Unter anderem gefällt beim Schulstufenvergleich den Schülern aus der Oberstufen die Betreuung und Atmosphäre häufiger, während sie öfters einen tieferen Einblick in die Wissenschaft vermissen.

- Bei den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe geben beispielsweise nur die weiblichen Schüler an gelernt zu haben, dass Naturwissenschaften interessant sein können. Des Weiteren gefällt ihnen die Betreuung und Atmosphäre sowie das eigenständige Experimentieren häufiger.
- Bei den Interessengruppen gefällt unter anderem der Gruppe M die Betreuung und Atmosphäre sowie der Gruppe H die Ausstattung häufiger, während die Gruppe T öfters die Rahmenbedingungen kritisiert und mehr unterhaltsame Momente fordert.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Die Ursachen für die hohe Akzeptanz der DLR_School_Labs bei den Schülern werden aus den Antworten auf die offenen Fragen deutlich. Die Veranstaltungen sind für die Schüler interessant und bringen ihnen Spaß. Ihnen gefallen insbesondere die Betreuung und Atmosphäre, die Experimente und das eigenständige Experimentieren. Des Weiteren hat die Mehrzahl der Befragten bei dem Besuch nichts vermisst und von den übrigen bedauern viele höchstens, dass sie nicht alle Experimente durchführen konnten. Zahlreiche Personen fühlen sich durch die Versuche und die Betreuer aber nicht nur gut unterhalten. Ihnen gefällt auch, dass sie in den DLR_School_Labs etwas gelernt haben. Auf explizite Nachfrage werden überwiegend Beispiele angeführt, die sich auf die angebotenen Themen und Experimente beziehen. Anscheinend gelingt es den Schülerlaboren über die angestrebte Förderung der Interessen hinaus auch Inhalte zu vermitteln. Eine eingehendere Untersuchung wäre für die Lehr-Lern-Forschung interessant, schließlich erfüllt die Lernumgebung Schülerlabor zumindest ansatzweise viele der aus konstruktivistischer Sicht für die Wissenskonstruktion als wichtig erachtete Kriterien (s. Abschnitt 1.4 ab S. 21). Gleichwohl steht für Schülerlabore die Vermittlung von Wissen nicht im Vordergrund, zumal sie die Schule nicht ersetzen wollen und können.

Die Teilgruppenvergleiche ergeben vor allem zwei bemerkenswerte Unterschiede. Besonders erfreulich ist die hauptsächlich von weiblichen Schülern aus der Mittelstufe geäußerte Erkenntnis, dass die Naturwissenschaften interessant sein können. Anscheinend hat sich deren ursprünglich negatives Bild von den vermeintlich langweiligen und uninteressanten Naturwissenschaften durch die DLR_School_Labs zum Positiven gewandelt. Des Weiteren vermissen die Schüler aus den naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen der Oberstufe öfters einen tiefergehenden Einblick in die Forschungseinrichtung und den Arbeitsalltag der Wissenschaftler. Vermutlich haben die bereits naturwissenschaftlich interessierten Schüler das Bedürfnis nach Informationen, die ihnen auch bei der Berufsorientierung helfen können. Dieser Aspekt wird von vielen Schülerlaboren in Deutschland bisher weitgehend vernachlässigt, obwohl er einerseits ein wichtiger Bestandteil der angestrebten Nachwuchsförderung darstellt und andererseits, im Gegensatz zur Wissensvermittlung, auch in das Aufgabengebiet der Schülerlabore passen würde. Mit der Berufsberatung besteht nicht nur für die DLR_School_Labs ein zusätzliches sinnvolles Tätigkeitsfeld mit einem vermutlich beachtlichen Potential.

8.1.3 Weitere Einflüsse der Schülerlabore

Um weitere mögliche Einflüsse der Schülerlabore auf die Schüler zu ergründen, wird in diesem Abschnitt untersucht, ob die von den Schülern nach dem Besuch im Schülerlabor aus Interesse beabsichtigten Handlungen tatsächlich durchgeführt werden, das Interesse der Schüler am Physikunterricht positiv beeinflusst wird und wie die Schüler den Lernerfolg im Vergleich zum Unterricht wahrnehmen.

Handlungen aus Interesse (intendiert / manifestiert). Die untersuchten Schülerlabore wecken, wie in Abschnitt 6.2 nachgewiesen, bei vielen Schülern ein ausgeprägtes aktuelles Interesse. Um mehr über die Folgen zu erfahren, wurde im Anschluss an den Laborbesuch sowie sechs bis acht Wochen später erhoben, in welchem Ausmaß die Schüler Handlungen beabsichtigen und in die Tat umsetzen, die mit ihrem epistemischen Interesse verbundene sind. Die zu T2 / T3 mit einem fünfstufigen Antwortformat von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt völlig“ zu bewertenden Feststellungen lauten: „Ich werde/habe ...“

- „mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen/gesprächen, die ich im Schülerlabor erlebt habe.“
- „in Büchern nachschlagen/nachgeschlagen, um mehr Informationen über das im Schülerlabor behandelte Thema zu bekommen.“
- „außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken/nachgedacht, die wir im Schülerlabor gesehen oder angesprochen haben.“

Zu beiden Zeitpunkten ergeben alle drei Items nach einer Faktorenanalyse mit anschließender Reliabilitätsanalyse eine gemeinsame Skala, die im Anhang B.4 auf S. 201 dokumentiert ist.

Bei einer genauen Umsetzung müssten beide Skalen vollständig zusammenhängen und die Skala zu T2 die Varianz der Skala zu T3 gänzlich aufklären. Der Korrelationskoeffizient ρ nach Spearman zeigt aber nur einen mittelstarken Zusammenhang zwischen beiden Skalen ($\rho = 0,551 / p < 0,001$). Die aufgeklärte Varianz beträgt somit 30%. Dass im Durchschnitt weniger von den Schülern umgesetzt wird, als sie nach dem Laborbesuch angekündigt haben, belegen die Mittelwerte beider Skalen. Die Intention liegt bei der Gesamtstichprobe bei 0,48 und die Manifestation um 12% tiefer bei 0,42 (s. Abb. 8.8). Ein aufgrund der unterschiedlich formulierten Items der Skalen im Prinzip nicht erlaubter t-Test für abhängige Stichproben würde einen signifikanten Unterschied ergeben. Die Effektstärke läge im kleinen Bereich bei $d = -0,28$ und wäre größer als bei der Entwicklung der emotionalen oder der epistemischen Komponente ($d = -0,19 / -0,16$, s. Abb. 6.1, S. 97).

Die Teilgruppenvergleiche zeigen zu beiden Zeitpunkten mehrere Unterschiede (s. Abb. 8.8). Die Schüler aus der Oberstufe nehmen sich im Vergleich zu den Mittelstufenschülern mehr vor und setzen auch mehr um, wobei es sich um kleine Effekte handelt. Die Absichtserklärungen der Geschlechter aus der Mittelstufe weichen gerade eben nicht signifikant voneinander ab. Dagegen sind die manifestierten Handlungen bei den männlichen Schülern verbunden mit ebenfalls einer kleinen Effektstärke ausgeprägter. Bei den Interessengruppen bestehen keine Diskrepanzen zwischen den

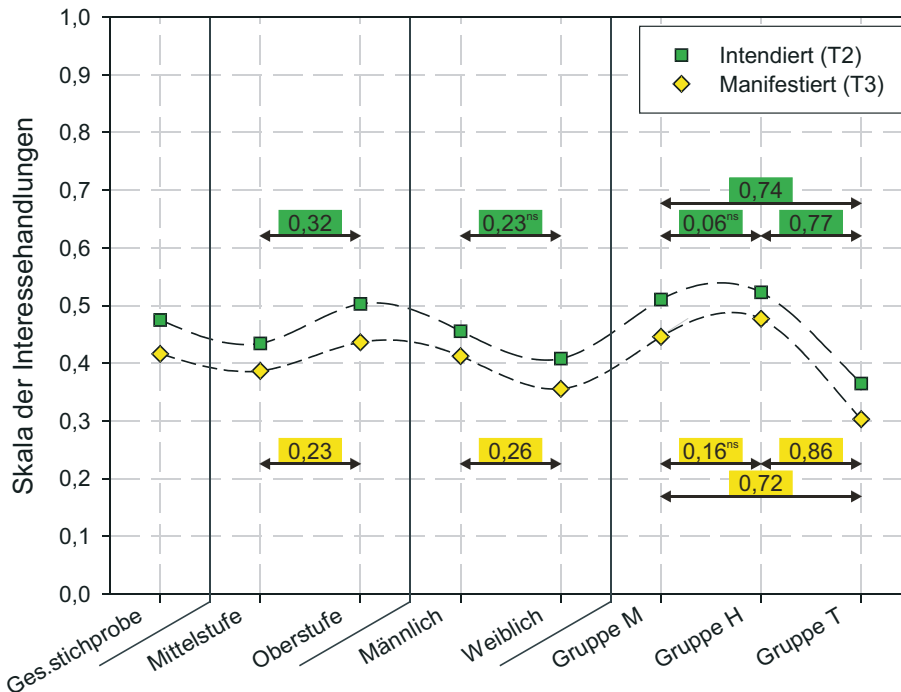


Abb. 8.8: Mittelwerte der intendierten (T2) und manifestierten (T3) Handlungen aus Interesse, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen (Werte s. Tab. C.21, S. 214). Die Unterschiede zwischen den Teilgruppen bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und Mann-Whitney-U- beziehungsweise Scheffé-Test nicht signifikant. Die Verbindungslinien dienen der Orientierung.

Gruppen M und H. Allerdings befinden sich deren Werte bei beiden Skalen deutlich über denen der Gruppe T. Hier sind die Effektstärken als groß einzustufen.

Steigerung des Fachinteresses. Die Schülerlabore können ein aktuelles Interesse wecken, aber das Sachinteresse an den Naturwissenschaften verändert sich nicht und das Sachinteresse am Experimentieren sinkt geringfügig (s. Abschnitt 6.2). Mit der zu bewertenden Feststellung „der Besuch des Schülerlabors hat mein Interesse am Physikunterricht vergrößert“ wird ansatzweise ein möglicher Einfluss der Schülerlabore auf das Fachinteresse der Schüler untersucht. Im Anschluss an den Laborbesuch stimmen dem Item beachtliche 34% der befragten Personen teilweise, 21% ziemlich und 8% völlig zu (s. Tab. C.23, S. 215). Selbst nach sechs bis acht Wochen Physikunterricht sind es noch 28%, 15% und 4%. Allerdings ist das Absinken signifikant und mit einer kleinen Effektstärke von $d=-0,34$ verbunden.

Die Teilgruppenvergleiche zeigen zwischen den Schulstufen zu beiden Zeitpunkten keine Unterschiede bei der Steigerung des Fachinteresses durch den Laborbesuch (s. Abb. 8.9). Deutlichere Abweichungen bestehen dagegen zwischen den Geschlechtern. Bei den männlichen Schülern ist der positive Einfluss ausgeprägter und sinkt weniger stark. Die Effektstärken befinden sich im mittelstarken Bereich. Des Weiteren unterscheiden sich im Anschluss an den Laborbesuch alle drei Interessengruppen voneinander. Den höchsten Wert hat die Gruppe H. Sie weicht von der

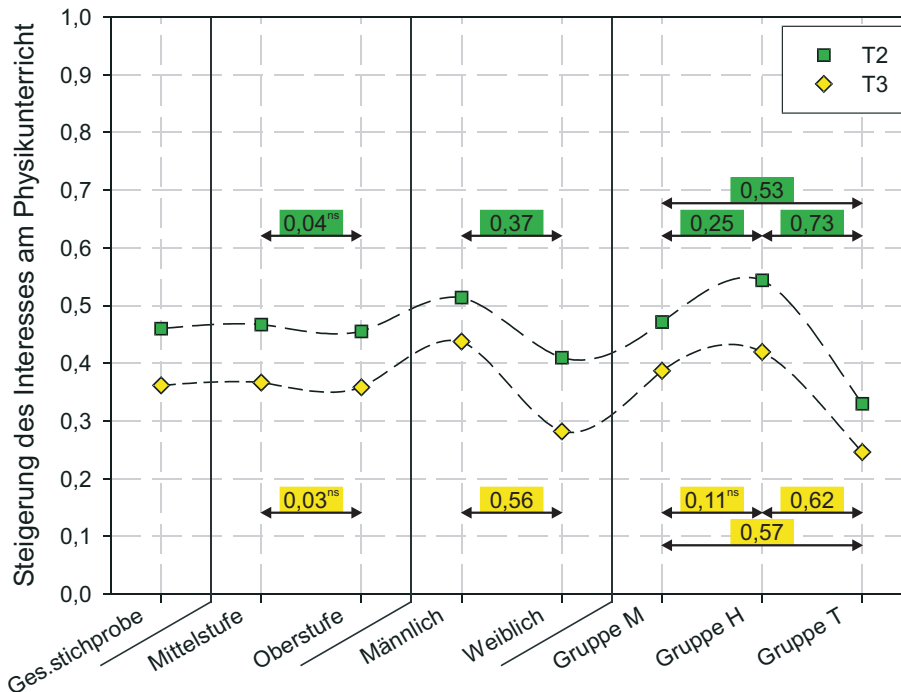


Abb. 8.9: Mittlere Steigerung des Interesses am Physikunterricht, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen (Werte s. Tab. C.23, S. 215). Die Unterschiede zwischen den Teilgruppen bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und Mann-Whitney-U- beziehungsweise Scheffé-Test nicht signifikant. Die Verbindungslinien dienen der Orientierung.

Gruppe M mit einer kleinen und von der Gruppe T mit einer großen Effektstärke ab. Zwischen den Gruppen M und T existiert ein mittelstarker Effekt. In den folgenden Wochen gleicht sich die Gruppe H der Gruppe M an, deren Unterschied zur Gruppe T sich nur unwesentlich verändert.

Wahrgenommener Lernerfolg. Dass die untersuchten Schülerlabore über das Wecken eines aktuellen Interesses oder die Steigerung des naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts hinaus auch Wissen vermitteln, ist angesichts der Schülerantworten unter anderem auf die offene Frage nach den im Labor gelernten Inhalten zu vermuten (s.o.). Eine ansatzweise Überprüfung erfolgt auf einer unspezifischen Ebene mit der von den Schülern im Anschluss an die Veranstaltung zu bewertenden Feststellung: „Ich habe heute mehr Zusammenhänge verstanden als an einem normalen Schultag.“ Mit 24% teilweiser, 31% ziemlicher und 37% völliger Zustimmung ist das Ergebnis eindeutig (s. Tab. C.22, S. 214).

Die Teilgruppenvergleiche ergeben für die Schulstufen einen Unterschied bei der Wahrnehmung des Lernerfolgs in den Schülerlaboren im Vergleich zur Schule. Sie ist vermutlich aufgrund der größeren Anforderungen in der Oberstufe bei den Schülern aus der Mittelstufe mit der Effektstärke $d=0,17$ geringfügig höher. Zwischen den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe und den Interessengruppen bestehen keine signifikanten Abweichungen (σ vs. ϕ / M vs. H / H vs. T / M vs. T: $d=-0,17^{ns}/-0,10^{ns}/0,09^{ns}/-0,01^{ns}$).

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Die am Ende der Schülerlaborveranstaltung von den Schülern intendierten und mit dem aktuellen Interesse verbundenen Handlungen werden nicht vollständig, aber weitgehend in den Wochen nach dem Besuch ausgeführt.
- Bei nahezu zwei Dritteln der Schüler steigert der Besuch im Schülerlabor das Interesse am Physikunterricht zumindest teilweise. Das ist sogar sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch noch annähernd bei jedem zweiten Schüler der Fall.
- Über zwei Drittel der Schüler bewerten den wahrgenommenen Lernerfolg während der Laborveranstaltung in Relation zum Schulunterricht als höher.
- Die Schulstufen unterscheiden sich aufgrund höherer Werte der Oberstufenschüler bei den intendierten und manifestierten Handlungen aus Interesse. Die Einschätzung des relativen Lernerfolgs ist bei den Mittelstufenschülern geringfügig größer.
- Die Geschlechter innerhalb der Mittelstufe unterscheiden sich geringfügig bei den manifestierten Handlungen sowie deutlicher bei der kurz- und längerfristigen Steigerung des Fachinteresses. In allen Fällen liegen die Werte der männlichen Schülern höher.
- Die Interessengruppe T unterscheidet sich von den Gruppen H und M wegen deutlich niedrigerer Werte bei den intendierten und manifestierten Handlungen sowie bei der kurz- und längerfristigen Steigerung des Fachinteresses. Die Gruppe H liegt nur beim kurzfristig gesteigerten Fachinteresse geringfügig über der Gruppe M.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

Die DLR_School_Labs wecken nicht nur ein aktuelles Interesse oder steigern das Fähigkeitsselbstkonzept. Erstens wird ein Großteil der nach dem Besuch von den Schülern beabsichtigten und dem epistemischen Interesse entsprechenden Handlungen in den folgenden Wochen auch umgesetzt. Allerdings sind die auf einer niederschweligen Ebene erhobenen Intentionen nicht besonders ausgeprägt. Zweitens fördern die DLR_School_Labs anscheinend bei vielen Schülern kurz- und sogar längerfristig auch das Interesse am Physikunterricht. Eine derartig weitreichende Wirkung war von einem einmaligen mehrstündigen Besuch nicht zu erwarten, zumal keine Einflüsse der Veranstaltungen auf die interessenrelevanten Unterrichtsinhalte oder die Formen der Unterrichtsgestaltung durch die Lehrer anzunehmen sind. Der Anstieg ist in Anbetracht der zu vermutenden Zusammenhänge wahrscheinlich eine Folge des aktuellen Interesses. Zumindest vermitteln die DLR_School_Labs vielen Schülern einen Eindruck von der Physik, der über mehrere Wochen auf ihr Interesse am Physikunterricht ausstrahlt. Leider gilt das weniger für die Schüler mit einem deutlich niedrigeren Fachinteresse wie die weiblichen Schüler aus der Mittelstufe und die Schüler aus der Interessengruppe T. Drittens scheint nach den Aussagen der meisten Schüler der bereits bei den offenen Fragen diskutierte Lernerfolg im Schülerlabor größer zu sein als in der Schule. Alle drei Aspekte wurden in der vorliegenden Arbeit nur ansatzweise untersucht, aber die Ergebnisse liefern eine Grundlage für weitergehende Studien.

8.2 Untersuchungen mit Bezug zum Schulunterricht

Der Besuch eines Schülerlabors erfolgt in der Regel im Klassen- oder Kursverband im Rahmen des Fachunterrichts und ist schon deshalb kein von den schulischen Verhältnissen und Rahmenbedingungen losgelöstes Ereignis. Die in diesem Abschnitt vorgestellten Untersuchungen beziehen sich auf das schulische Umfeld. Sie helfen einerseits bei der Einordnung der bisherigen Ergebnisse und geben andererseits Hinweise auf die Bedeutung sowie das Potential der Schülerlabore.

8.2.1 Un-/beliebtheit naturwissenschaftlicher Schulfächer

Um ein Bild von der Beliebtheit der mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulfächer zu erhalten, sollten die Schüler bei der Befragung vor der Veranstaltung im Schülerlabor jeweils zwei Fächer benennen, denen sie am stärksten und am wenigsten zugeneigt sind. Damit eine Ergebnisverfälschung durch die Schüler aus den gewählten naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen der Oberstufe vermieden wird, ist die folgende Auswertung auf die Mittelstufe beschränkt. In dieser Schülergruppe sind aufgrund älterer Studien deutliche Differenzen zwischen den Geschlechtern zu erwarten (s. Abschnitt 2.1.7). Folglich ist für die Einordnung der bisherigen Ergebnisse aus den Geschlechtervergleichen zu untersuchen, ob die als „gender-gap“ bekannten Unterschiede auch zwischen den für die vorliegende Studie befragten männlichen und weiblichen Schülern auftreten.

Die Auswertung liefert ein eindeutiges Bild. Bei den männlichen Schülern befinden sich unter den als beliebt angegebenen Fächern die Mathematik und die Physik an zweiter und dritter Stelle direkt hinter dem Sport (s. Abb. 8.10, oben). Die Biologie und die Chemie rangieren im Mittelfeld. Auf der Seite der unbeliebtesten Fächer werden nach dem Sport die Biologie und die Physik am seltensten genannt, gefolgt von der Mathematik und der Chemie. In einem aus beiden Richtungen resultierenden Ranking befinden sich alle mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen in der oberen Hälfte der 'Beliebtheitsskala'. Die Mathematik steht an zweiter, die Physik an dritter, die Biologie an vierter und die Chemie an sechster Stelle.

Die weiblichen Schüler geben nach Sport und Englisch die Mathematik an dritter Stelle als eines ihrer beiden Lieblingsfächer an (s. Abb. 8.10, unten). Ähnlich wie bei den männlichen Schülern befinden sich die Biologie und die Chemie im Mittelfeld. Die Physik wird von den wenigsten weiblichen Schülern als ein Favorit, im Gegenzug aber von den meisten als unbeliebtes Fach genannt. Den zweiten Platz der Negativwertung belegt die zugleich bei vielen beliebte Mathematik, die somit am stärksten polarisiert. Die Chemie befindet sich auch hier im Mittelfeld und die Biologie wird von den wenigsten als unbeliebt angeführt. Sie liegt im Ranking der 'Beliebtheitsskala' an der dritten Stelle. Die Chemie und die Mathematik finden sich auf dem viert- beziehungsweise drittletzten Platz. Eindeutig am unbeliebtesten ist bei den weiblichen Schülern das Fach Physik.

Ein Vergleich der Reihenfolgen zeigt unterschiedlich große Abweichungen zwischen den Geschlechtern (s. Pfeile in Abb. 8.10). Die Biologie liegt im Ranking bei den weiblichen Schülern nur einen Platz besser und die Chemie zwei Plätze schlech-

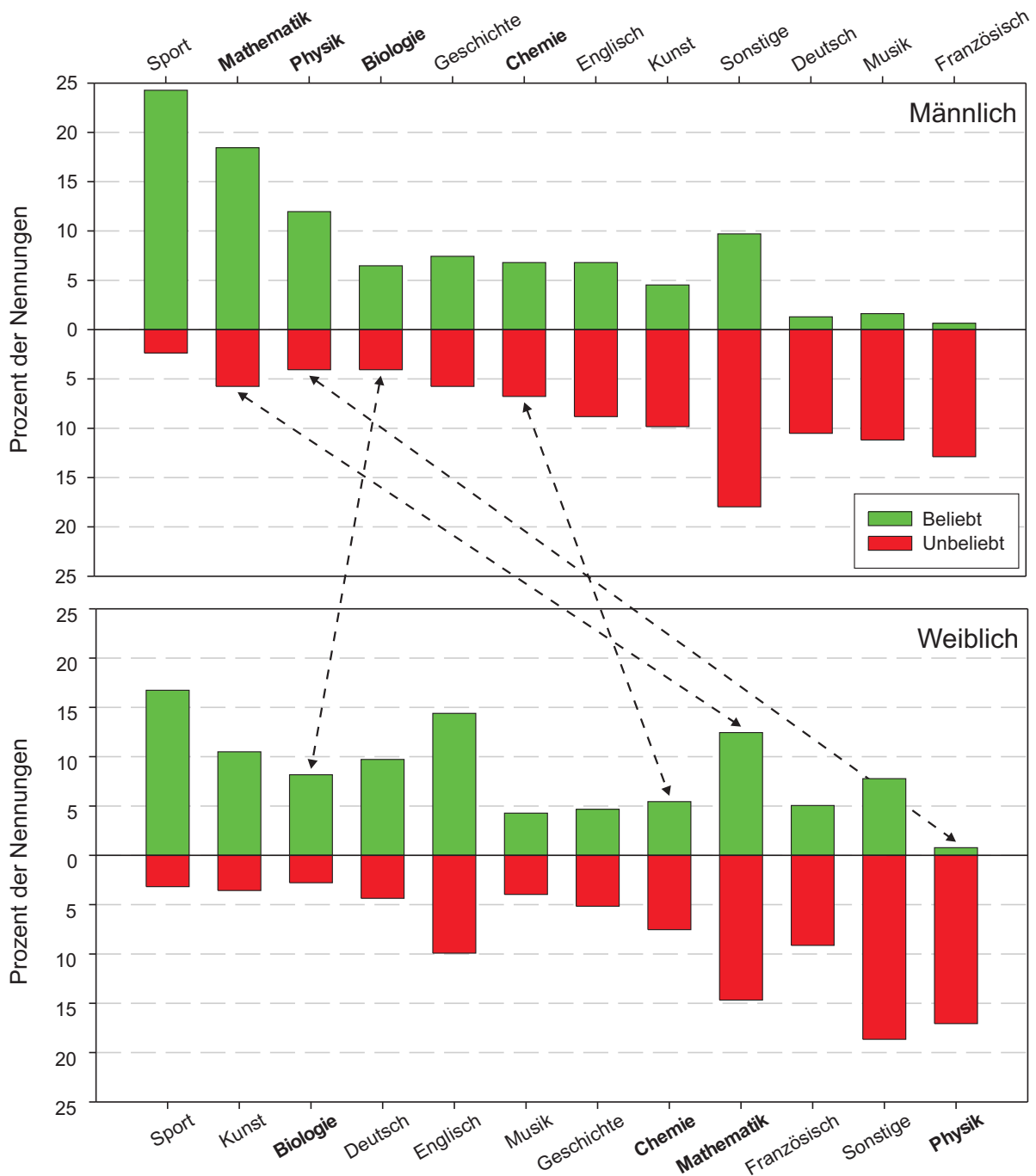


Abb. 8.10: Häufigkeitsverteilungen der jeweils zwei un-/beliebtesten Schulfächer, getrennt nach den Geschlechtern (oben männlich, unten weiblich), normiert auf 100% (Werte s. Tab. C.24, S. 216). Unter Sonstige befinden sich aufsummiert die selten genannten Fächer Erdkunde, Griechisch, Informatik, Latein, Politik, Religion und Spanisch.

ter als bei den männlichen Schülern. Eine beträchtlichere Lücke besteht bei der Mathematik, wobei der 'gap' insbesondere innerhalb der Gruppe der weiblichen Schüler verläuft. Der deutlichste „gender gap“, auch unter Berücksichtigung der nicht naturwissenschaftlichen Fächer, existiert bei der Physik. Diese Ergebnisse bestätigen und präzisieren weitgehend die bereits in Abschnitt 6.4.2 festgestellten Unterschiede bei den Fachinteressen Biologie ($\varphi > \sigma$: $d=0,23$), Chemie ($\sigma \approx \varphi$: $d=0,14^{ns}$), Mathematik ($\sigma > \varphi$: $d=0,49$) und Physik ($\sigma > \varphi$: $d=0,85$; s. Tab. 6.9, S. 112).

Kurzzusammenfassung des zentralen Ergebnisses

- Die Naturwissenschaften, insbesondere die Mathematik und die Physik, gehören bei den männlichen Schülern durchschnittlich zu den beliebtesten und bei den weiblichen Schülern mit Ausnahme der Biologie zu den unbeliebtesten Schulfächern.

Interpretation des zentralen Ergebnisses

Ungeachtet der Bemühungen der letzten Jahre von Seiten der Didaktik und der Bildungspolitik sind die weiblichen Schüler nach wie vor stärker an den sprachlich-musischen Fächern interessiert, während die männlichen Schüler den naturwissenschaftlich-technischen Bereich bevorzugen. Das gilt insbesondere für die Physik. Dieser Befund stimmt mit den bisherigen Ergebnissen zu den Fachinteressen in Abschnitt 6.4.2 sowie mit dem in der Literatur aufgeführten „gender-gap“ überein (s. Abschnitt 2.1.7). Demnach gelingt es dem Physikunterricht in den Schulen weiterhin nicht, weibliche und männliche Schüler gleichermaßen anzusprechen. Das führt bei den weiblichen Schülern zu der ablehnenden Haltung gegenüber dem Unterrichtsfach und in der Folge zu Defiziten in der physikalischen Grundbildung sowie zu einer sinkenden Akzeptanz gegenüber der Physik als zukunftsrelevante Disziplin. Somit sind weitere bildungspolitische und didaktische Anstrengungen dringend notwendig. Als Vorbild könnten Schülerlabore dienen. Zumindest gelingt es den hier und in den älteren Studien untersuchten Einrichtungen, beide Geschlechter ungeachtet der unterschiedlich ausgeprägten Dispositionen nahezu gleichermaßen anzusprechen (s. Abschnitte 6.4.2 und 6.5). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Schülerlabore einen wichtigen Beitrag leisten, um dem „gender-gap“ entgegenzuwirken.

8.2.2 Einbindung der Schülerlaborveranstaltung in den Unterricht

Schülerexperimente führen nicht per se zu besseren Leistungen, steigenden Interessen oder einer positiven Entwicklung anderer affektiver Variablen. Neben den für das eigentliche eigenständige Experimentieren als wichtig erachteten Kriterien (s. Abschnitt 1.4) ist die Einbettung der Experimente in einen größeren inhaltlichen Rahmen entscheidend (s. Abschnitt 1.2). Diese Einbindung kann nicht nur in den Schülerlaboren während der mehrstündigen Veranstaltungen stattfinden, deren Schwerpunkte auf dem eigenständigen Experimentieren liegen. Sie sollte bereits vorher und vor allem anschließend in der Schule im Rahmen des Fachunterrichts erfolgen.

Die Untersuchung der Vor- und Nachbereitungen der Laborbesuche im Unterricht ist nur ein Nebenaspekt der vorliegenden Studie. Aus diesem Grund wurde die Erhebung auf den Umfang der Einbindung unter Vernachlässigung der Qualität begrenzt. Zur Erfassung der Vorbereitung sollten die Schüler im Anschluss an den Laborbesuch die Feststellung „Ich habe mich im Unterricht intensiv auf den heutigen Besuch dieses Schülerlabors vorbereitet“ bewerten. Mit „trifft nicht ...“ oder „... eher nicht zu“ antworten 86% der Schüler. Nur jede zehnte Person gibt „teils teils“ an und weniger als 4% meinen, dass es eher oder völlig zutrifft. Eine Vorbereitung in Form von Hausaufgaben oder auf freiwilliger Basis findet noch seltener statt. Entgegen möglicher Annahmen bestehen in allen drei Bereichen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Schülern aus der Mittel- und der Oberstufe (Unterricht: $d=-0,04^{ns}$; Hausaufgaben: $d=0,07^{ns}$; Freiwillig: $d=0,04^{ns}$; Werte s. Tab. C.25, S. 216).

Die direkte Konsequenz der selten erfolgten Vorbereitung wird im Folgenden deutlich. Im Anschluss an die Laborveranstaltung wurden die Schüler gebeten, die Feststellung „Ich wurde im Unterricht ausreichend auf den heutigen Besuch und die durchgeführten Experimente vorbereitet“ zu bewerten. Unter 16% haben ziemlich oder völlig zugestimmt und fast zwei Drittel empfinden im Nachhinein, dass sie höchstens ansatzweise genügend vorbereitet waren (s. Tab. C.26, S. 217). Bei den Teilgruppen zeigen sich nur zwischen den männlichen und weiblichen Schülern innerhalb der Mittelstufe keine signifikanten Unterschiede ($d=-0,07^{ns}$). Die Oberstufenschüler fühlen sich auf niedrigem Niveau geringfügig besser vorbereitet als ihre jüngeren Kollegen ($d=0,22$) und die Interessengruppe T sieht sich weniger gerüstet als die Gruppen M und H (M vs. H / H vs. T / M vs. T: $d=-0,14^{ns}/-0,51/-0,38$). Ein Vergleich der Schüler aus 21 weniger und 22 stärker im Unterricht vorbereiteten Veranstaltungen, die aus den Mittelwerten der 43 Besuchsgruppen bei der oben genannten Feststellung bestimmt wurden, liefert einen weiteren Unterschied. Die mehr vorbereiteten Schüler fühlten sich den Anforderungen deutlich besser gewachsen ($d=0,46$). Im übrigen haben sie im Anschluss an den Laborbesuch auch höhere Werte bei den wahrgenommenen Laborvariablen *Authentizität* und *Zusammenarbeit* sowie bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente des aktuellen Interesses. Allerdings können die Unterschiede aufgrund weiterer Abweichungen bei den dispositionsbezogenen Variablen nicht eindeutig auf die Vorbereitung zurückgeführt werden.

Bei der Nachbereitung sehen die Ergebnisse aus der Befragung sechs bis acht Wochen nach dem Laborbesuch geringfügig besser aus. Die zu bewertenden Feststellungen lauteten: „Wie ausführlich hat die Klasse / der Kurs nach dem Besuch ...“

- „über das Labor und die Einrichtung, der es angegliedert ist, gesprochen?“
- „über die Experimente, die ihr im Schülerlabor durchgeführt habt, gesprochen?“
- „an dem Thema, mit dem sich auch die Experimente befasst haben, gearbeitet?“

Ungefähr jeder sechste Schüler hat anschließend „ziemlich“ bis „sehr“ ausführlich im Unterricht über das Schülerlabor und die betreibende Institution sowie über die durchgeführten Experimenten gesprochen (s. Abb. 8.11 und Tab. C.27, S. 217). In jeweils über der Hälfte der Fälle fanden solche Gespräche „wenig“ oder „gar nicht“ statt. Bei der Weiterarbeit an den Themen der Experimente sind die Ergebnisse schlechter. Sie erfolgte nur in etwa 9% der Fälle „ziemlich“ bis „sehr“ ausführlich, in 71% „wenig“ oder „gar nicht“. Wie bei der Vorbereitung bestehen auch bei der unterrichtlichen

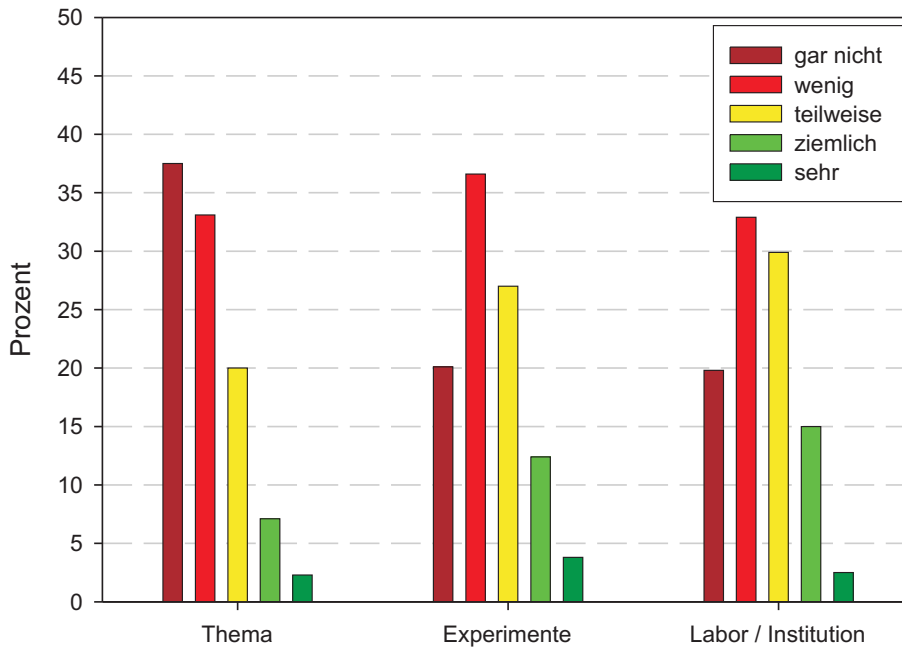


Abb. 8.11: Häufigkeitsverteilung der abgegebenen Bewertung auf die Feststellungen bezüglich der Nachbereitung des Laborbesuchs im Unterricht.

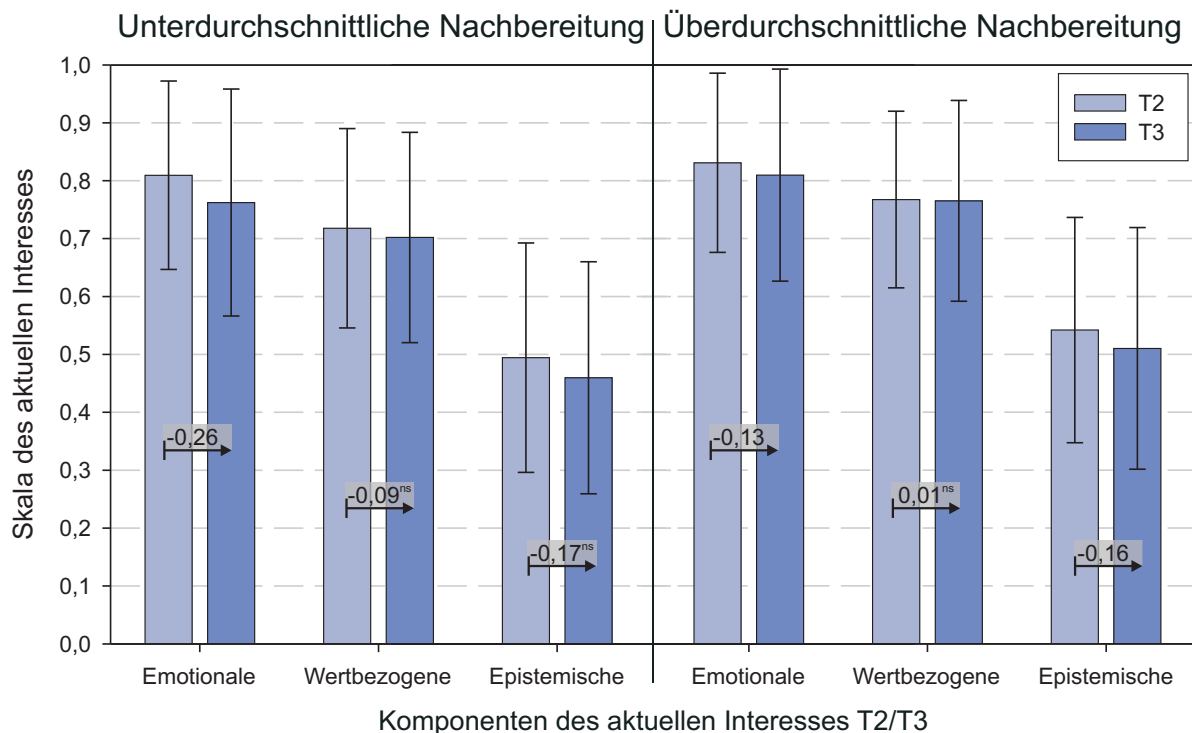


Abb. 8.12: Mittelwerte und Standardabweichungen der Komponenten des aktuellen Interesses aus der zweiten und dritten Befragung, getrennt nach den Besuchern aus unter-/überdurchschnittlich nachbereiteten Veranstaltungen. Die Unterschiede bei den durch ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t- und beim Wilcoxon-Test nicht signifikant. Bei der emotionalen Komponente besteht ein signifikanter Entwicklungsunterschied. Sie verblasst bei den Schülern mit einer ausführlicheren Nachbereitung weniger.

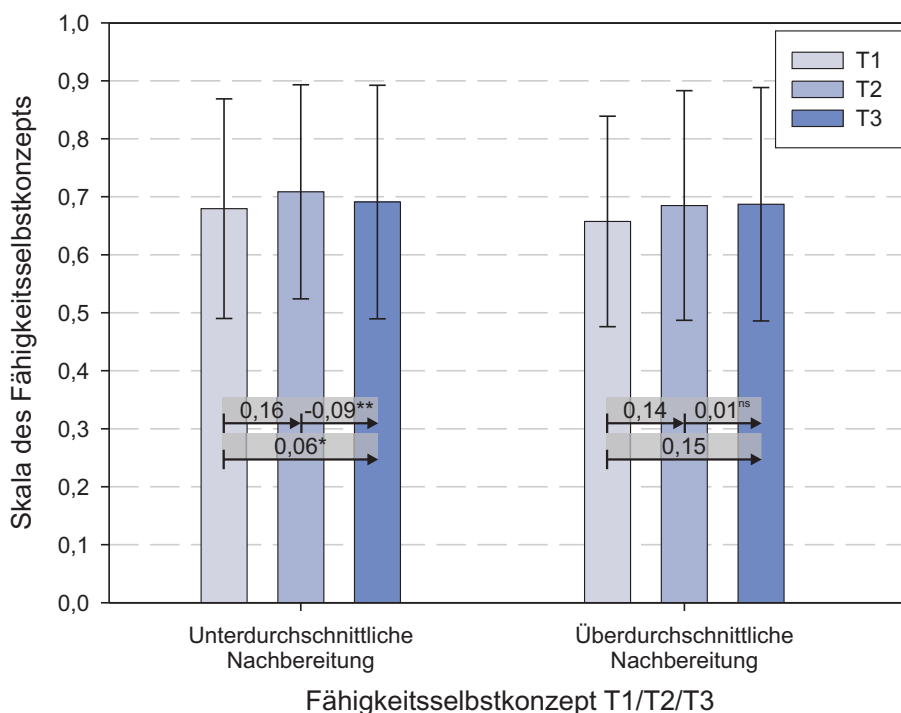


Abb. 8.13: Mittelwerte und Standardabweichungen des Fähigkeitsselbstkonzepts aus allen drei Befragungen, getrennt nach den Besuchern aus unter-/überdurchschnittlich nachbereiteten Veranstaltungen. Die Unterschiede bei den durch *, ** oder ns gekennzeichneten Effektstärken sind im Gegensatz zu den anderen beim t-Test, beim Wilcoxon-Test oder in beiden Fällen nicht signifikant. Es besteht ein tendenzieller, aber nicht signifikanter Entwicklungsunterschied zwischen den Schülern mit unter-/überdurchschnittlicher Nachbereitung.

Nachbereitung keine signifikanten Unterschiede zwischen der Mittel- und der Oberstufe (Schülerlabor: $d=0,08^{ns}$; Experimente: $d=0,02^{ns}$; Themen: $d=0,02^{ns}$).

Um ansatzweise zu überprüfen, ob die Nachbereitung einen Einfluss auf die Entwicklung der aktuellen Interessen, der Sachinteressen oder der Fähigkeitsselbstkonzepte der Schüler hat, werden im Folgenden die Besuchsgruppen aus 21 unter- und 22 überdurchschnittlich im Unterricht nachbereiteten Veranstaltungen miteinander verglichen. Die Aufteilung erfolgte anhand der Mittelwerte der einzelnen Besuchsgruppen unter Verwendung der drei genannten Items. Die mehrfaktoriellen multivariaten Varianzanalysen unter Berücksichtigung anfänglicher Abweichungen liefern folgendes Bild: Nur bei der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses besteht ein signifikanter Entwicklungsunterschied. Nach den nachträglichen Untersuchungen innerhalb der Gruppen verblassen die mit dem Laborbesuch verbundenen Emotionen bei den Schülern mit weniger Nachbereitung in den folgenden sechs bis acht Wochen doppelt so stark (s. Abb. 8.12). Bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente, bei den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren sowie beim naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept bestehen keine signifikant unterschiedlichen Entwicklungen (Werte s. Tab. C.28, S. 218). Allerdings zeigt sich bei letzterem eine tendenzielle Abweichung (s. Abb. 8.13). Das Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler mit unterdurchschnittlicher Nachbereitung

ist bei der abschließenden Befragung wieder annähernd auf den Ausgangswert vor der Veranstaltung gesunken, während es bei den anderen Schülern mit mehr Nachbereitung auf dem in Folge des Laborbesuchs gesteigerten Niveau verbleibt.

Kurzzusammenfassung der zentralen Ergebnisse

- Eine intensive Vorbereitung des Laborbesuchs während des Unterrichts, in Form von Hausaufgaben oder auf freiwilliger Basis findet nur selten statt. Im Nachhinein fühlten sich die meisten Schüler höchstens ansatzweise genügend auf den Laborbesuch und auf die durchgeführten Experimente vorbereitet.
- Eine Nachbereitung des Laborbesuchs in Form von Gesprächen im Unterricht über das Schülerlabor, die durchgeführten Experimente oder die behandelten Themen ist selten ausführlich. Meistens finden sie wenig oder gar nicht statt.
- Bei der Einschätzung des Umfangs der Vor- und Nachbereitung bestehen keine Unterschiede zwischen den Klassen aus der Mittelstufe und den naturwissenschaftlichen Grund- und Leistungskursen der Oberstufe.
- Bei den Schülern mit einer ausführlicheren Nachbereitung sinkt die emotionale Komponente des aktuellen Interesses weniger und das Fähigkeitsselbstkonzept ist nach dem Laborbesuch zumindest tendenziell stabiler. Keine Entwicklungsunterschiede bestehen bei der wertbezogenen und der epistemischen Komponente sowie bei den Sachinteressen an den Naturwissenschaften und am Experimentieren.

Interpretation der zentralen Ergebnisse

In vielen Forschungsreviews über das Experimentieren in der Schule wird die Einbettung der Experimente als zentraler Qualitätsfaktor von experimentellem Unterricht angesehen (Hegarty-Hazel, 1990; Lazarowitz & Tamir, 1994; Harlen, 1999; Hofstein & Lunetta, 2004). Beispielsweise hängt die gesamte Experimentierzeit inklusive der Vor- und Nachbereitung positiv mit der Leistungsentwicklung der Schüler zusammen, nicht aber die reine Experimentierzeit, wie Tesch in ihrer Videostudie zeigen konnte (Tesch, 2005). Dagegen liegen über die schulische Einbindung des Experimentierens in den außerschulischen Schülerlaboren bisher nur wenige Erkenntnisse vor (s. Kapitel 3). Nur Glowinski (2007) konnte eindeutig zeigen, worauf auch die Ergebnisse von Engeln (2004) und Scharfenberg (2005) hindeuten, dass eine ausführlichere Vorbereitung zu einem höheren aktuellen Interesse insbesondere an den Experimenten führt. Dabei kommt es zunächst vermutlich mehr als auf die spezielle Ausgestaltung darauf an, dass überhaupt eine Einbindung erfolgt, wie die Ergebnisse von Guderian (2007) nahe legen.

Eine Vorbereitung der Experimente ist aus theoretischer Sicht unter anderem sinnvoll, damit den Schülern das im Schülerlabor erforderliche Wissen bereits zur Verfügung steht und sie beim Experimentieren an ihr Vorwissen anknüpfen können. Dadurch sind ihnen die Ziele und Zwecke der Versuche schneller einsichtig und sie können sich bei der Durchführung auf das Wesentliche konzentrieren. Infolgedessen haben die Schüler leichter die Möglichkeit, mit den Experimenten eigene Vorstellungen erfolgreich zu überprüfen. Noch wichtiger als die Vorbereitung ist eine ausführliche

Nachbereitung der Experimente. Hier gilt es zum einen, die durchgeführten Versuche eingehender zu reflektieren und zu diskutieren. Durch die metakognitiven Aktivitäten können die Schüler unter anderem ein besseres Verständnis über die Zusammenhänge von Theorie und experimentellen Ergebnissen entwickeln. Zum anderen ist die Integration des Laborbesuchs in den Unterricht im Hinblick auf die Verstärkung der Wirkung von Bedeutung. Das im Labor geweckte aktuelle Interesse sollte im Unterricht aufgegriffen werden, um die Entwicklung der dispositionalen Interessen der Schüler weiter zu fördern.

Die Ergebnisse zeigen allerdings ein eindeutiges Bild: Eine Einbindung findet nur in seltenen Fällen statt. Die mangelnde Vorbereitung hat zur Folge, dass sich die Schüler den gestellten Anforderungen nur unzureichend gewachsen fühlen und somit zumindest die Gefahr einer Überforderung im Schülerlabor besteht, die sich aber im Widerspruch insbesondere zu der von den Schülern als hoch wahrgenommenen Verständlichkeit der Veranstaltungen befindet. Bei der Nachbereitung sieht es nicht viel besser aus, wobei sich bereits auf niedrigem Niveau eine ausführlichere Nachbereitung stabilisierend auf die Entwicklung der emotionalen Komponente des aktuellen Interesses und tendenziell auch des Fähigkeitsselbstkonzepts auswirkt. Andererseits ist eine Unterrichtseinbindung aufgrund der intensiven Betreuung der Schüler während des Experimentierens und der Konzeption der in sich abgeschlossenen Schülerlaborangebote, die beispielsweise keine speziellen Vorkenntnisse erfordern, nicht zwingend nötig. Das belegen unter anderem die hohen Akzeptanzwerte der DLR_School_Labs.

Zusammenfassend erscheint eine Integration des Laborbesuchs in den Unterricht aus theoretischer wie empirischer Sicht zumindest wünschenswert, vermutlich besteht hier das größte Verbesserungspotential für die DLR_School_Labs. Schließlich kann vornehmlich in der Schule das im Schülerlabor entstandene aktuelle Interesse sowie das gesteigerte Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler stabilisiert und verstärkt werden, um deren dispositionalen Interessen an den Naturwissenschaften und insbesondere der Physik weiter zu fördern. Allerdings erlauben zum einen organisatorische und terminliche Gegebenheiten selten eine punktgenaue Abstimmung zwischen dem Laborbesuch und dem geplanten Unterricht. Zum anderen kann eine Einbindung unter Umständen auch kontraproduktiv sein, wenn der Laborbesuch 'verschult' wird und auf diese Weise seinen besonderen Charakter verliert. Folglich ist auf dem Gebiet der Unterrichtsintegration von Schülerlaborbesuchen die Neuentwicklung und Erforschung flexibel nutzbarer Konzepte nötig, die den vielversprechenden Schülerlaboransatz in die Schule tragen.

9 ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION UND AUSBLICK

In diesem letzten Kapitel der vorliegenden Arbeit werden zunächst die Grundlagen und die wichtigsten empirischen Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert. Sie sind nicht nur für die untersuchten DLR_School_Labs von Bedeutung, sondern liefern einen Beitrag für die Qualitätssicherung und Weiterentwicklung der gesamten Schülerlaborszene in Deutschland. Abschließend wird in einem Ausblick noch auf einige Aspekte eingegangen, die im Hinblick auf nachfolgende Untersuchungen interessant erscheinen.

9.1 Zusammenfassung und Diskussion

Aus berechtigten Sorgen um den Nachwuchs, den allgemeinen Bildungsgrad sowie der besonderen Bedeutung der naturwissenschaftlich-technischen Bildung für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft haben sich seit den 1990er Jahren Schülerlabore als eine neue Form außerschulischer Lernorte im deutschen Bildungssystem etabliert. Die bundesweit über 200 Einrichtungen ermöglichen Schülern in Klassen- oder Kursverbänden eine betreute Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen, technischen oder mathematischen Themen mit dem obersten Ziel, die Interessen und die Aufgeschlossenheit der Kinder und Jugendlichen in den MNT-Bereichen zu fördern. Die Fragen, inwieweit das Ziel erreicht wird und welche Faktoren maßgeblich daran beteiligt sind, stehen im Zentrum der vorliegenden Studie. Mit den DLR_School_Labs wird eine Gruppe von Schülerlaboren exemplarisch untersucht, die besonders gute Bedingungen für das Gelingen erwarten lassen.

Die Förderung der Interessen von Schülern ist in mehrfacher Hinsicht von großer Bedeutung. Ein vorhandenes Interesse steigert unter anderem die Bereitschaft und die Fähigkeit zu lernen, indem es zu einer Fokussierung und Intensivierung der kognitiven Funktionen in einer konkreten Lernsituation und damit zu einer besseren Erinnerungsleistung führt. Infolgedessen bestehen enge Zusammenhänge zwischen Interesse und Lernerfolgsindikatoren wie den Schulnoten. Darüber hinaus ist das Interesse für die persönliche Entwicklung sowie das gesellschaftlich zunehmend notwendige und geforderte lebenslange Lernen relevant, zumal es die schulischen Kurswahlen und den anschließenden beruflichen Werdegang der Schüler direkt beeinflusst. Allerdings ist die angemessene Förderung der Schülerinteressen an den Naturwissenschaften ein nach wie vor akutes Problem. Selbst bei vielen naturwissenschaftlich hochkompetenten Schülern ist das Interesse an diesen Fächern nur gering ausgeprägt, wobei vor allem die Physik ein schlechtes Image hat. Gegen Ende der Mittelstufe gilt sie unter den Schülern mit entsprechend negativen Konsequenzen beispielsweise für die Fächerwahl in der Oberstufe oftmals als besonders langweilig, schwierig und unattraktiv.

Der Arbeit liegt die von der 'Münchener Gruppe' entwickelte „person-object-theory of interest“ zugrunde, nach der es sich bei dem Interesse um eine Beziehung zwischen einer Person und einem Interessengegenstand handelt. Sie ist verbunden mit positiven Gefühlen, einer persönlichen Bedeutsamkeit und dem Bedürfnis, mehr über den Gegenstand zu erfahren. Diese emotionalen, wertbezogenen und epistemischen Merkmale werden in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt und prinzipiell als gleichgewichtig angesehen. Des Weiteren wird unterschieden zwischen dem dispositionalen Interesse als einem weniger veränderlichen, tiefer liegenden Zustand einer Person, und dem vom dispositionalen Interesse und der Situation abhängigen aktuellen Interesse bezüglich einer konkreten Auseinandersetzung mit einem (potentiellen) Interessengegenstand. Um das dispositionale Interesse zu fördern werden Situationen als notwendig erachtet, die ein möglichst ausgeprägtes und nachhaltiges aktuelles Interesse erzeugen. Es wird davon ausgegangen, dass die Entstehung und Entwicklung von Interessen in entscheidendem Maße von „catch“- und „hold“-Faktoren sowie den Möglichkeiten zur Befriedigung psychologischer Grundbedürfnisse („basic needs“) nach sozialer Eingebundenheit, Kompetenz- und Autonomieerleben abhängen.

Neben dem aktuellen Interesse wird das dispositionale Interesse einer Person aufgrund wechselseitiger Einflüsse auch durch die Entwicklung der kognitiven Repräsentationen der eigenen Fähigkeiten beeinflusst. So bewirkt ein wachsendes Interesse eine vermehrte Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand und in der Folge zunehmende Fähigkeiten. Umgekehrt interessieren sich Personen eher für Bereiche, denen sie sich 'gewachsen fühlen'. Eine Beeinflussung des Fähigkeitsselbstkonzepts kann zum einen durch Vergleichsprozesse erfolgen, die innerhalb einer Person ablaufen. Beispielsweise können Schüler ihre Leistungen im Schülerlabor denen im Unterricht gegenüberstellen. Zum anderen bestehen von außen direkte Förderungsmöglichkeiten. Positive Kompetenzrückmeldungen aus dem sozialen Umfeld und Kompetenzerlebnisse, die erfolgreich zu bewältigende, herausfordernde und verständliche Aufgaben auf einem anspruchsvollen Niveau vermitteln, können zu einer höheren Erfolgszuversicht und zu motivationsdienlichen Attributionen bezüglich der eigenen Leistungsfähigkeit führen.

Um die Interessen der Besucher zu fördern, bieten Schülerlabore als Schwerpunkt ihrer Veranstaltungen den Schülern die Gelegenheit in Kleingruppen selbsttätig zu experimentieren. Allerdings ist das Experimentieren an sich noch kein Garant für die oftmals unterstellten kognitiven und affektiven Wirkungen. Aus fachdidaktischer Perspektive ist der Rahmen entscheidend, in dem das Experimentieren eingebettet ist. Es sollte unter anderem in einem zyklischen Wechselspiel mit der theoretischen Modellbildung erfolgen sowie aus konstruktivistischer Sicht authentisch und situiert sein, multiple Perspektiven und Kontexte anbieten, soziale Kontexte bereitstellen, kognitiv aktivierend wirken und erkennbare Freiheitsgrade bieten. Viele dieser Kriterien werden von Schülerlaboren aufgrund ihrer grundlegenden Konzeption und dem wissenschaftlichen Umfeld schon weitgehend erfüllt. Andererseits handelt es sich bei den Veranstaltungen lediglich um einmalige mehrstündige Interventionen, denen keine übergroße Bedeutung zuzuschreiben ist, zumal deren genauen Wirkungen und Wirkungsweisen noch nicht ausreichend untersucht und nachgewiesen wurden.

Eine Pilotstudie und eine Reihe weiterer abgeschlossener Untersuchungen von Schülerlaboren aus unterschiedlichen Disziplinen belegen übereinstimmend eine hohe Akzeptanz der Einrichtungen bei den Schülern. Dennoch sind viele Fragen offen geblieben, nicht eindeutig beantwortet oder neu aufgeworfen worden. Beispielsweise müssen nach den bisherigen Erkenntnissen weitere bedeutsame mit der Interessenförderung verbundene Faktoren und Wirkungen vorhanden sein, die noch nicht identifiziert wurden. Darüber hinaus beschränkten sich die in den jeweiligen Arbeiten untersuchten Stichproben auf höchstens zwei Schuljahrgänge innerhalb der Mittel- oder der Oberstufe und es erfolgten bestenfalls geschlechter- und schülerlaborvergleichende Analysen. Eine Gegenüberstellung von verschiedenen Schulstufen oder von Schülergruppen mit grundlegend unterschiedlichen Interessenlagen ist noch nicht durchgeführt worden. Eins der beiden wesentlichen Ziele der vorliegenden Untersuchung war daher eine entsprechende Erweiterung und Vertiefung der bisherigen Erkenntnisse. Die andere Aufgabe bestand in der theoriebasierten Aufstellung und Überprüfung eines Gesamtmodells mit den an der Interessenförderung beteiligten Größen und deren untereinander angenommenen Einflüsse, nachdem sich die früheren Studien auf die Analysen von zeitlichen Entwicklungen und wechselseitigen Zusammenhängen beschränkten.

Im Hinblick auf die besonderen Probleme des Faches Physik und wegen der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Pilotstudie sollte sich die in Form einer Feldbeziehungsweise Evaluationsstudie durchzuführende Untersuchung auf Schülerlabore mit hauptsächlich physikalischen Angeboten beschränken. Ausgewählt wurden die bereits seit Jahren etablierten und gut entwickelten Schülerlabore des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Berlin-Adlershof, Göttingen, Köln-Porz und Oberpfaffenhofen. Die DLR_School_Labs sind sich aufgrund eines gemeinsamen übergeordneten Rahmenkonzepts untereinander ähnlich, wodurch sich die eventuellen Einflüsse von Störvariablen reduzierten. Des Weiteren sind die angebotenen Experimente aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Energie und Verkehr im Vergleich zu anderen Schülerlaboren größtenteils sehr aufwendig und besonders authentisch. Sie entstanden zumeist in direkter Zusammenarbeit mit den jeweils vor Ort ansässigen DLR-Instituten und sind nahe am gegenwärtigen Stand der Forschung.

Die Datenerhebung wurde in einem pre/post/follow-up-Design mit drei in Teilen identischen Fragebögen durchgeführt. Die erste Befragung erfolgte direkt vor Beginn der eintägigen Schülerlaborveranstaltungen (T1), die zweite direkt im Anschluss (T2) und die dritte fand sechs bis acht Wochen später während des Schulunterrichts statt (T3). Mit den Fragebögen wurden eine Vielzahl von verschiedenen personen- und schülerlaborbezogenen Variablen, die gemäß der fachdidaktischen und pädagogisch-psychologischen Theorien für die Interessenförderung in Schülerlaboren bedeutsam sind, zum Teil mehrmals zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhoben (s. Abb. 9.1). Alle Variablen sind unabhängig von konkreten fachlichen Inhalten und Gegebenheiten, wodurch sich konzeptionell und thematisch unterschiedliche Schülerlabore auf die gleiche Weise untersuchen lassen. Insgesamt haben 734 Schüler aus den Schuljahrgängen 9 bis 13 alle drei Fragebögen ausgefüllt. Diese Daten bilden die Grundlage der Untersuchung.

Den Ergebnissen der Gesamtstichprobe zufolge erfüllen die DLR_School_Labs die

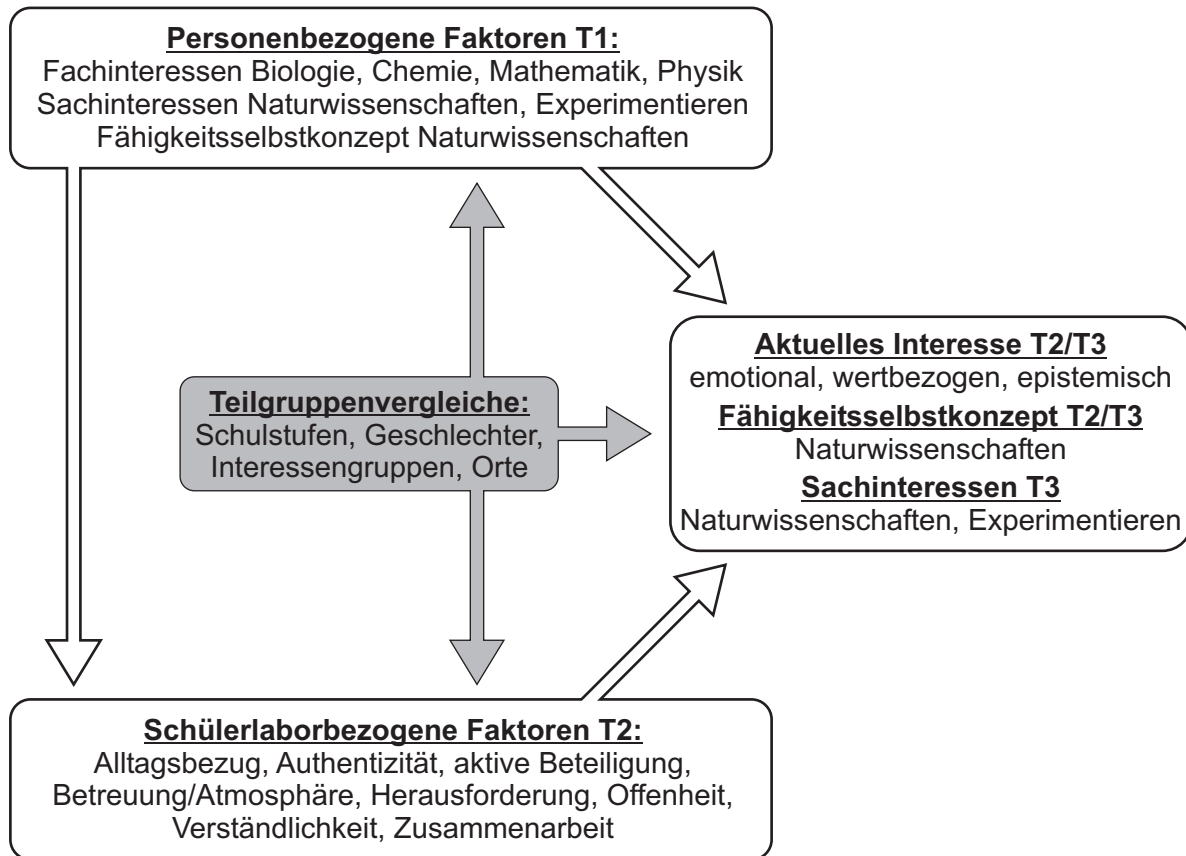


Abb. 9.1: Überblick über die Untersuchung mit den wesentlichen zu Beginn des Laborbesuchs (T1), im Anschluss an die Veranstaltung (T2) und sechs bis acht Wochen später (T3) erhobenen Variablen sowie deren grundsätzlichen Wechselwirkungen im Hinblick auf die Interessenförderung in Schülerlaboren.

in sie gesetzten Erwartungen. Das deutet sich bereits auf der deskriptiven Ebene durch die eindrucksvolle Akzeptanz der Einrichtungen bei den Schülern an. Fast jede befragte Person bewertet das besuchte Schülerlabor mit „sehr gut“ oder „gut“ und wünscht sich einen weiteren Besuch, wobei den Jugendlichen insbesondere die angebotenen Experimente, die Betreuung und Atmosphäre während der Veranstaltung und die Möglichkeiten zum selbsttätigen Experimentieren gefallen. Demnach entsprechen die DLR_School_Labs mit ihren Angeboten und Inhalten den Neigungen und Bedürfnissen der Schüler. Zugleich belegen diese Ergebnisse eine große Aufgeschlossenheit der Schüler gegenüber den untersuchten Einrichtungen, die eine notwendige Grundlage für weitergehende positive Auswirkungen der Laborbesuche ist.

Bezüglich der Interessenförderung zeigt sich, dass die Veranstaltungen in den Schülerlaboren nahezu allen Schülern im Sinne der emotionalen und der wertbezogenen Komponente des aktuellen Interesses viel Spaß bringen und als eine persönlich wichtige Erfahrung eingestuft werden. Hinsichtlich der epistemischen Komponente möchte sich jede zweite Person mit den behandelten Themen weiterbeschäftigen. Folglich gelingt es den DLR_School_Labs in einer konservativen Betrachtungsweise innerhalb weniger Stunden bei mindestens der Hälfte der Schüler ein ausgepräg-

tes aktuelles Interesse zu wecken. In den folgenden Wochen ist wahrscheinlich aufgrund verblässerender Erinnerungen an den Laborbesuch ein gradueller Absinken der emotionalen und der epistemischen Komponente zu beobachten. Allerdings wird, wie weitere Untersuchungen andeuten, ein Großteil der nach dem Besuch von den Schülern beabsichtigten und dem epistemischen Interesse entsprechenden Handlungen in den folgenden Wochen in Taten umgesetzt. Bei der wertbezogenen Komponente hingegen ist keine Veränderung festzustellen, was eine längerfristig anhaltende persönliche Wertschätzung der Schüler für die Laborveranstaltungen bedeutet.

Die Schülerlabore wecken aber nicht nur ein aktuelles Interesse. Auch die Entwicklung des eng mit dem Interesse verbundenen naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts ist positiv. Es wird durch die Veranstaltungen gestärkt und ist selbst Wochen später immer noch höher als zu Beginn des Besuchs. Somit ist die erste zentrale Fragestellung der Untersuchung eindeutig zu beantworten: Die DLR_School_Labs fördern kurz- und längerfristig das dispositionale Interesse vieler Schüler an den angebotenen Themen, indem sie ein weitgehend anhaltendes aktuelles Interesse erzeugen und das Fähigkeitsselbstkonzept nachhaltig steigern.

Eine Steigerung der Sachinteressen der Schüler an den Naturwissenschaften oder am Experimentieren durch einen einmaligen mehrstündigen Schülerlaborbesuch war aus der theoretischen Perspektive nicht zu erwarten. Sie gehören, wie sich auch bei dem Ergebnis hinsichtlich der Naturwissenschaften zeigt, als dispositionale Interessen zu den nur langsam veränderlichen Zuständen einer Person. Allerdings sinkt das Sachinteresse der Schüler am Experimentieren geringfügig, wofür verschiedene Erklärungsansätze bestehen. Möglicherweise wurde es durch die Schülerlabore 'befriedigt' oder die Schülervorstellungen von einem eher spielerischen Experimentieren stimmten nicht mit der in den Schülerlaboren vermittelten Realität von einem intellektuell anspruchsvollen, zeit- und arbeitsaufwendigen Experimentieren überein. Letztlich kann die Abnahme auch die Folge einer zunehmenden Ausdifferenzierung und Spezifizierung der Interessen sein. Nach allen drei Ansätzen wird die Entwicklung der Interessen letztlich gefördert, obwohl sie mit einem sinkenden allgemeinen Interesse verbunden sind. Insgesamt betrachtet können die in den DLR_School_Labs gewährten kurzen Einblicke in die Wissenschaft nicht mehr, aber auch nicht weniger als eine Keimzelle für die weitere Entwicklung der Schülerinteressen bilden. Dabei ist zu bedenken, dass derartige informelle Lernereignisse über viele Jahre positiv im Gedächtnis der Schüler haften bleiben und deren Wirkungen somit auch noch viel später in Kombination mit anderen Erfahrungen auftreten können.

Die Untersuchung der zweiten zentralen Fragestellung nach den maßgeblich an der Interessenförderung beteiligten Faktoren erfolgte auf zwei verschiedenen Ebenen. Nach den Untersuchungen auf der Detailebene sind im Hinblick auf die Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren vor allem die Verständlichkeit der Experimente und Anleitungen, die Betreuung und Atmosphäre der Veranstaltung sowie die authentischen Einblicke in die Wissenschaft für das aktuelle Interesse bedeutsam. Von Seiten der Schüler wird es insbesondere durch die bestehenden Sachinteressen sowie das Fähigkeitsselbstkonzept beeinflusst, während die Interessen an den naturwissenschaftlichen Schulfächern bedeutungslos sind. Offenbar übertragen die Schüler ihre insbesondere hinsichtlich der Physik oftmals ablehnende Einstellung ge-

genüber dem Schulunterricht nicht auf die außerschulischen Lernorte. Das Potential, bei den Schülern unabhängig von negativen Schulerfahrungen ein aktuelles Interesse an physikalischen Themen zu wecken, ist für sich genommen schon ein Erfolg der DLR_School_Labs und belegt deren Bedeutung als Ergänzung zum Unterricht.

Auf einer umfassenden Ebene wurde theoriebasiert ein Gesamtmodell über alle maßgeblich an der Interessenförderung in den Schülerlaboren beteiligten Faktoren und deren Einflüsse aufgestellt, welches durch ein entsprechendes Strukturgleichungsmodell mit latenten Variablen empirisch bestätigt werden konnte. Demnach sind die Sachinteressen der Schüler und die Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren für das aktuelle Interesse am Ende der Veranstaltung ähnlich bedeutsam. Folglich können die DLR_School_Labs sowohl bei den naturwissenschaftlich interessierten Schülern, unter anderem aufbauend auf ihren bestehenden Interessen, als auch aufgrund der Rahmenbedingungen bei den uninteressierten Schülern ein aktuelles Interesse wecken, wie sich bei den Teilgruppenvergleichen bestätigt. Allerdings sinkt in den folgenden Wochen insbesondere der Einfluss der Schülerlabore, wodurch die Vermutung von den verblassenden Erinnerungen an den Laborbesuch, die zu dem leichten Rückgang des aktuellen Interesses führen, erhärtet wird. Das anfängliche Fähigkeitsselbstkonzept ist sowohl für die Wahrnehmung der Lernumgebung als auch für das aktuelle Interesse bedeutungslos. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die DLR_School_Labs sogar Wochen nach dem Laborbesuch das Fähigkeitsselbstkonzept und das Sachinteresse der Schüler indirekt positiv beeinflussen. Somit gelingt es den Schülerlaboren nicht nur bei vielen Schülern ein hohes aktuelles Interesse zu erzeugen, sondern auch auf deren aus theoretischer Sicht schwer veränderbaren naturwissenschaftsbezogenen Dispositionen einzuwirken.

Für die Gesamtstichprobe ist zusammenfassend festzustellen, dass die untersuchten DLR_School_Labs bei sehr vielen Besuchern nicht nur ein hohes aktuelles Interesse wecken, sie steigern auch das Fähigkeitsselbstkonzept und beeinflussen das Sachinteresse positiv. Alle Wirkungen sind selbst Wochen nach dem Laborbesuch noch nachweisbar. Demzufolge fördern die Schülerlabore auf verschiedenen Ebenen und Wegen erfolgreich die Interessen der Schüler an der Physik. Nach den bestehenden pädagogisch-psychologischen Theorien ist davon auszugehen, dass auf diese Weise unter anderem das interessenbasierte und selbstregulierte Lernen gefördert, die Lernqualität verbessert und die schulischen Leistungen gesteigert werden. Eine schulrelevante Auswirkung des Laborbesuchs konnte in der vorliegenden Studie sogar explizit nachgewiesen werden. Bei den Befragungen im Anschluss an die Veranstaltungen und Wochen später haben eine Reihe von Schülern ein aufgrund des Besuchs gesteigertes Interesse am Physikunterricht angegeben. Folglich sind die Angebote der untersuchten DLR_School_Labs aus vielen Gründen eine sinnvolle Ergänzung zum Schulalltag. Die Betreiber leisten mit einem offenbar gerechtfertigten finanziellen und personellen Aufwand einen wichtigen und nachhaltigen Beitrag zur Nachwuchsförderung in den für die Zukunftssicherung unserer Gesellschaft als wichtig erachteten naturwissenschaftlich-technischen Bereichen.

Allerdings ist nicht davon auszugehen, dass Schülerlabore auf unterschiedliche Schüler gleichermaßen und auf die gleiche Weise wirken. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Studie vier Teilgruppenvergleiche durchgeführt. Der erste ergrün-

det die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Schülern aus Klassenverbänden der Mittelstufe (Jg. 9/10) und den Schülern aus naturwissenschaftlichen, zumeist physikalischen Grund- und Leistungskursen der Oberstufe (Jg. 11-13). Ein zweiter Vergleich analysiert die Besonderheiten bei den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe. Der dritte untersucht drei mit Hilfe einer Latenten-Klassen-Analyse anhand der unterschiedlichen Dispositionen der Schüler gebildete Interessengruppen, während sich der letzte Vergleich mit den vier verschiedenen Schülerlaboren befasst.

Den Ergebnissen zufolge gelingt es den DLR_School_Labs die Oberstufenschüler, die sich bereits schwerpunktmäßig mit Naturwissenschaften beschäftigen und diejenigen aus der Mittelstufe, die hinsichtlich ihres weiteren schulischen und beruflichen Werdegangs noch nicht fokussiert sind, ähnlich gut anzusprechen und deren Interessen zu fördern. Das Gleich gilt für die männlichen und weiblichen Schüler aus der Mittelstufe, obwohl sich die unter dem Begriff 'gender-gap' bekannten deutlichen Unterschiede bei den Dispositionen zeigen. Beispielsweise hat sich die Physik bei den weiblichen Schülern eindeutig als das unbeliebteste Schulfach erwiesen, während sie bei den männlichen Schülern auf dem dritten Rang der Beliebtheitskala liegt. Im Gegensatz dazu haben sich bei den Schülerlaboren nur selten und zumeist kleine Unterschiede in der Wahrnehmung und bei der Interessenförderung zwischen den Geschlechtern ergeben, obgleich auch in den Laboren 'harte' physikalisch-technische Inhalte behandelt werden. Demnach übertragen die jungen Frauen ihre negative Einstellung gegenüber dem Physikunterricht nicht nur nicht auf den außerschulischen Lernort. Vielmehr hat sich bei den weiteren Untersuchungen unter anderem herausgestellt, dass insbesondere die Betreuung und das selbsttätige Experimentieren den weiblichen Schülern sogar wesentlich besser gefällt als ihren männlichen Mitschülern. Auf diese Weise gelingt es den DLR_School_Labs, den 'gender-gap' in Ansätzen zu verringern, ohne dass die Labore spezifische Programme für Mädchen anbieten.

Die größten Unterschiede bestehen zwischen den drei Interessengruppen, wobei die Wahrnehmung der Schülerlabore und die Interessenförderung bei den eher umfassend-allgemein und den verstärkt naturwissenschaftlich interessierten Schülern nahezu gleich gut ausgeprägt ist. Nur die dritte Gruppe von Schülern mit generell gering ausgeprägten Dispositionen weicht deutlich von den beiden anderen ab. Dennoch ist für die ersten drei Teilgruppenvergleiche zusammenfassend festzustellen, dass bei der Interessenförderung die dispositionalen Unterschiede zwischen den Schülern in weiten Teilen durch die Schülerlabore kompensiert werden. Somit können alle Teilgruppen, auch die unterdurchschnittlich interessierten Schüler, von den Laborveranstaltungen profitieren.

Die Ergebnisse bei dem Vergleich der DLR_School_Labs zeigen ein anderes Muster. Hier werden die Rahmenbedingungen in den Schülerlaboren zum Teil deutlich unterschiedlich zwischen den Besuchern der jeweiligen Standorte wahrgenommen. Demnach gleichen sich die DLR_School_Labs untereinander aufgrund der Gegebenheiten vor Ort weniger, als durch das gemeinsame Grundkonzept zu vermuten war. Die Einzigartigkeit ergibt sich beispielsweise aus den behandelten Themen und Experimenten, der Betreuung der Schüler oder dem Rahmenprogramm in Form von Vorträgen und Besichtigungen. Insofern lassen sich die für die einzelnen Schülerlabore festgestellten Wirkungsweisen nicht verallgemeinern und auf andere Labore

übertragen. Allerdings wirken sich die Laborunterschiede überraschend gering aus. Beispielsweise fördern die beiden Standorte mit den meisten Differenzen bei den Rahmenbedingungen dennoch die Interessen ihrer Besucher gleichermaßen. Folglich können unterschiedliche Schülerlabore auf verschiedenen Wegen das gemeinsame Ziel der Interessenförderung in einem identischen Ausmaß erreichen. Dafür sind die genauen Details der Ausgestaltung der Schülerlaborangebote nicht entscheidend. Die ähnlichen Wirkungen sowie die hohen Akzeptanzwerte aller Labore legen vielmehr die Vermutung nahe, dass der grobe Rahmen für sich genommen schon einen Einfluss auf die Schüler ausübt. Im Falle der DLR_School_Labs handelt es sich um außerschulische und durch die Anbindung an eine Forschungseinrichtung wissenschaftsnahe Lernorte mit einem mehrstündigen schülerzentrierten Angebot zum selbsttätigen Experimentieren an größtenteils aufwendigen und authentischen Experimenten. Für diesen besonderen Typus von Schülerlabor sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie beispielhaft.

9.2 Entwicklungsperspektiven und Handlungsempfehlungen

Neben den positiven Ergebnissen zeigt die vorliegende Studie auch einige Defizite und Verbesserungsmöglichkeiten auf, die zum Teil weniger die erwiesenermaßen wirksamen DLR_School_Labs betreffen, sondern vielmehr für die generelle Qualitätssicherung und Weiterentwicklung der noch jungen Schülerlaborszene in Deutschland relevant sind. Im Folgenden werden die als besonders wichtig erachteten Aspekte im Sinne eines schülerlaborübergreifenden Entwicklungskonzepts vorgestellt.

Am einfachsten und direktesten von den Schülerlaborbetreibern zu beeinflussen sind die interessefördernden Rahmenbedingungen. Aus der Vielzahl relevanter Aspekte haben sich die authentischen Einblicke in die Wissenschaft, die Verständlichkeit der Experimente und Anleitungen und die Betreuung und Atmosphäre während der Veranstaltung als besonders bedeutsam erwiesen. Bei den Kontakten der Schüler mit authentischer Wissenschaft und Technik, beispielsweise wie in den DLR_School_Labs durch die aufwendigen Experimente, die betreuenden Wissenschaftler und Studenten oder die Besichtigungen von beeindruckenden Versuchsanlagen, handelt es sich um ein charakteristisches Alleinstellungsmerkmal für Schülerlabore. Schulen oder andere außerschulische Lernorte wie Science Center können derartige Erfahrungen und Eindrücke nicht vermitteln. Daher sollten die Kontaktgelegenheiten entsprechend den standortspezifischen Gegebenheiten möglichst ausgeschöpft werden. Hinsichtlich der Verständlichkeit stellte sich in der vorliegenden Untersuchung heraus, dass sie einerseits den größten Einfluss auf die Interessenförderung hat und andererseits auf einem niedrigen Niveau am stärksten von den Dispositionen der Schüler abhängig ist. Um diese Abhängigkeit weiter zu verringern sollten die Schülerlabore ihre Angebote nicht nur an die Zielgruppe als Ganzes, sondern durch eine aufmerksame, entsprechend erfahrene und sensibilisierte Betreuung nahezu individuell an die Fähigkeiten und Interessen der Schüler anpassen. Die Betreuung ist aber nicht nur indirekt über die Authentizität oder die Verständlichkeit von Bedeutung. Sie hat auch einen direkten Einfluss auf die Interessenförderung bei den Schülern. Offenbar wirkt eine spürbare Begeisterung der Mitarbeiter für die Naturwissenschaften mit der da-

raus entstehenden Atmosphäre ansteckend. Insofern sollte das von den Schülern als Aushängeschild der Wissenschaft wahrgenommene Personal entsprechend sorgfältig ausgewählt und geschult werden.

Über die generelle Bedeutung insbesondere der drei wichtigsten Rahmenbedingungen hinaus existiert nach der vorliegenden Studie kein Patentrezept für eine mustergültige Gestaltung von Schülerlaboren. Bei den untersuchten Einrichtungen hat sich vielmehr gezeigt, dass sie die Interessen der Schüler auf unterschiedlichen Wegen nahezu gleichermaßen fördern können. Zudem sind die Möglichkeiten, durch die eine oder andere Veränderung bei den Rahmenbedingungen die Interessenförderung zu steigern, angesichts der Kürze und Einmaligkeit der Intervention begrenzt und hinsichtlich der DLR_School_Labs bereits in großem Maße ausgeschöpft. Es erscheint daher zweckmäßiger, mit neuen und aufeinander aufbauenden Ereignissen dem Verblässen der Wirkungen nach dem Besuch im Schülerlabor entgegenzuwirken. Diese Situationen können von Seiten der Schülerlabore durch das Angebot von zusammenhängenden Veranstaltungsreihen oder regelmäßig stattfindenden Arbeitsgemeinschaften erzeugt werden. Durch die mehrmaligen Besuche würden die Experimentierfähigkeiten der Schüler geübt und deren kognitive Belastung aufgrund der nicht mehr neuartigen Lernform und -umgebung reduziert. Von Seiten der Schule bietet sich eine sinnvolle Integration des Laborbesuchs in den Unterricht an, die nach der vorliegenden Studie bestenfalls ansatzweise und völlig unsystematisch stattfindet. Wahrscheinlich besteht hier sogar das größte Verbesserungspotential, denn letztlich kann nur in der Schule das im Schülerlabor bei den Schülern in einer Art Initialzündung geweckte aktuelle Interesse und das gesteigerte Fähigkeitsselbstkonzept weiter gestärkt und somit die Ausprägung der dispositionalen Interessen gefördert werden. Die Schülerlabore wollen und können mit ihren Angeboten den Fachunterricht nur ergänzen und nicht ersetzen.

Um eine engere Verzahnung der Laborveranstaltungen mit dem regulären Unterricht zu erreichen, sollten sich die Schülerlabore stärker mit den für die Einbindung verantwortlichen Lehrkräften austauschen und abstimmen, damit diese den Besuch in einen inhaltlichen und didaktischen Rahmen stellen können. Dafür bieten sich Fortbildungsveranstaltungen an, in denen beide Seiten gemeinsam Unterrichtseinheiten rund um den Laborbesuch (weiter)entwickeln, die anschließend allen Lehrkräften zur Verfügung stehen. Quasi nebenbei fließen die vielfältigen positiven Erfahrungen des informellen Lernens im Schülerlabor in eine von Fachdidaktikern geforderte neue Kultur des Lehrens und Lernens in der Schule ein. Die Schülerlabore könnten durch diese Rückwirkung auf die schulischen Inhalte und Methoden ein wichtiger Impulsgeber zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts sein.

Des Weiteren sind Schülerlabore auch ein idealer Ort zur Lehrerbildung. Anders als im Referendariat oder bei Schulpraktika könnten Lehramtskandidaten im Schülerlabor, einmal ins Thema eingearbeitet, wiederholt mit ihrem eigenen Auftreten und den unterschiedlichsten Reaktionen der Schüler 'experimentieren'. Die aus den Erfahrungen gezogenen Konsequenzen lassen sich sofort bei der nächsten Veranstaltung umsetzen und auf deren Wirksamkeit testen. Gleichzeitig würden die Schülerlabore von dem zusätzlichen Personal und den neuen Ideen der Lehramtskandidaten profitieren. Hinzu kommt, dass für die Lehreraus- und -fortbildung eine Vernetzung

der Schülerlabore mit der Fachdidaktik notwendig ist, bei der beide Seiten voneinander lernen sowie gemeinsam neue Lehr-/Lernformen erproben und weiterentwickeln können.

Letztlich könnten Schülerlabore noch auf der inhaltlichen Ebene sowohl bei ihren Angeboten für die Schüler als auch bei den Lehrerfortbildungen die 'Natur der Naturwissenschaft' als wichtigen Bestandteil der naturwissenschaftlichen Grundbildung deutlicher thematisieren, zumal die wissenschaftlichen Methoden, Denk- und Arbeitsweisen wie das Bilden von Hypothesen, die Interpretation von Daten, das Reflektieren und Argumentieren oder das Modellieren von Problemen in der Schule selten vermittelt werden. Stattdessen stehen häufig die naturwissenschaftlichen Begriffe und Prinzipien oder die experimentellen Fertigkeiten im Vordergrund. Die Schülerlabore sind durch ihre Nähe zur Wissenschaft und die spielerische Rolle des Schülers als Wissenschaftler prädestiniert, dieses Defizit zumindest ansatzweise zu beheben.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die DLR_School_Labs einen angesichts der Kürze und Einmaligkeit der Intervention beachtlichen Einfluss auf beinahe alle Besucher ausüben. Gleichwohl wird das Potential von Schülerlaboren generell noch nicht voll ausgeschöpft. Dafür sind neben den Schülerlaborbetreibern vor allem die übrigen Akteure innerhalb und außerhalb des Bildungssystems gefordert. Die Bildungspolitik, -administration und -forschung steht vor der Aufgabe, die positiven Erfahrungen aus der Schülerlaborbewegung aufzugreifen und beispielsweise über die Lehrpläne eine Rückwirkung auf den Unterricht zu bewerkstelligen. Die Lehrer, die mit ihren Schülern ein Labor besuchen, sind eingeladen, die positiven Auswirkungen durch eine Einbindung in den Unterricht zu verstetigen. Aber letztlich sind auch die Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie Stiftungen in Deutschland aufgerufen, das Weiterbestehen existierender und den Aufbau neuer Schülerlabore zu ermöglichen. Die Nachfrage ist vorhanden, wie die teilweise sogar über Jahre ausgebuchten Terminkalender der Schülerlabore belegen.

9.3 Ausblick

Die zentrale Fragestellung der vorliegenden Studie, ob die Schülerlabore das Interesse an der im Labor behandelten Naturwissenschaft fördern, ist im Hinblick auf die untersuchten DLR_School_Labs eindeutig positiv zu beantworten. Dennoch sind nach wie vor viele wichtige Fragen unbeantwortet und weitere Untersuchungen über diese Form außerschulischer Lernorte notwendig und sinnvoll. Beispielsweise geben die gegenwärtig vorliegenden Untersuchungen einen guten Einblick in die Interessenförderung ausgesuchter und zumeist physikalisch ausgerichteter Schülerlabore. Um ein umfassendes Bild zu erhalten ist es unabdingbar, die Untersuchung auf andere Labore und andere Disziplinen auszuweiten. Dabei ist zu bedenken, dass neben den bisher identifizierten Rahmenbedingungen der Schülerlabore weitere einflussreiche Kriterien existieren müssten. Als eine Möglichkeit bietet sich aus theoretischer Sicht das Kompetenzerleben der Schüler an. Es wurde in der vorliegenden Untersuchung nur indirekt über die Verständlichkeit und die Herausforderung beim Experimentieren berücksichtigt und gehört zum einen zu den „basic needs“ bei der Interessenentwicklung und beeinflusst zum anderen das Fähigkeitsselbstkonzept. Eine weite-

re möglicherweise bedeutsame Rahmenbedingung ist die räumliche Umgebung, die zwischen den untersuchten DLR_School_Labs stark variiert. In Nachfolgeuntersuchungen wäre es zudem zweckmäßig, alle Dispositionen zu jedem Erhebungszeitpunkt und nicht nur disziplinübergreifend bezüglich der Naturwissenschaft, sondern auch bezogen auf die im Schülerlabor behandelte(n) Wissenschaft(en) zu erheben. Auf diese Weise werden die durch den Laborbesuch hervorgerufenen Einflüsse und Veränderungen vermutlich noch deutlicher sichtbar.

Des Weiteren stellt sich die noch genauer zu untersuchende Frage hinsichtlich der Nachhaltigkeit von Schülerlaborbesuchen, zumal die interessenfördernden Wirkungen in den bisher durchgeführten Studien teilweise unterschiedlich lang anhalten. Zum einen sollte eingehend erforscht werden, ob und insbesondere unter welchen Bedingungen mehrmalige Aufenthalte im Schülerlabor oder deren stärkere Integration in den Unterricht eine Stabilisierung oder sogar eine Verstärkung der Wirkungen erreichen können. Zum anderen gilt es in Langzeitstudien die längerfristigen Auswirkungen von Laborbesuchen, beispielsweise auf das Kurswahlverhalten der Schüler, zu ergründen. Nebenbei könnte untersucht werden, inwieweit Schülerlabore einzelnen Schülern sogar ein Schlüsselerlebnis vermitteln, welches ihren weiteren Werdegang überproportional stark beeinflusst.

Neben den aus den erwähnten Gründen untersuchten Wirkungen der Schülerlabore im affektiven Bereich ist auch der kognitive Aspekt beachtenswert. Er wurde bisher nur ansatzweise erforscht, da er im Gegensatz zu der Interessenförderung nicht zu den primären Zielen der Schülerlabore gehört. Dennoch ist aus drei Gründen davon auszugehen, dass die Besucher während der Veranstaltungen Wissen erwerben. Erstens belegen die vorliegenden Ergebnisse einen von den Schülern zumindest subjektiv wahrgenommenen Lernerfolg. Zweitens stimmen die interesserelevanten Rahmenbedingungen weitgehend mit den Kriterien für eine aus konstruktivistischer Sicht für die Wissensgenese sinnvoll gestaltete Lernumgebung überein. Drittens ermöglicht das Experimentieren nach den Vorstellungen über 'embodied cognition' ein erfahrungsbasiertes Lernen. Allerdings sollten die kognitiven Aspekte für schülerlaborvergleichende Untersuchungen unabhängig von disziplinspezifischen Themen und konkreten Fachinhalten erhoben werden. Auf der übergeordneten Ebene der Methodenkenntnisse, die theoretisch in allen Schülerlaboren ex- oder implizit vermittelt werden können, bieten sich unter anderem die naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitsweisen oder die Prozesse der Erkenntnisgewinnung für genauere Untersuchungen an. Für diese schwer zu erfassenden Fähigkeiten müssten weitgehend neue Testinstrumente entwickelt werden.

Über den Untersuchungsgegenstand Schülerlabor hinaus wäre es interessant, unterschiedliche Formen von Lernorten, deren Schwerpunkt auf dem eigenständigen Experimentieren liegt, miteinander zu vergleichen. Dazu gehören Science Center oder naturwissenschaftsbezogene Projektstage und -wochen in der Schule. Sie dürften sich mit dem in der vorliegenden Studie empirisch bestätigten Gesamtmodell über die an der Interessenförderung beteiligten Faktoren und deren Einflüsse ohne größere Schwierigkeiten hinsichtlich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersuchen lassen. Zudem sollten neben der in allen abgeschlossenen Studien angewandten Fragebogenmethode auch andere Datenerhebungsverfahren genutzt werden. Inter-

essant wäre beispielsweise, die Schülerlaborveranstaltungen zu videografieren, um einen Einblick in die komplexen Vorgänge beim eigenständigen Experimentieren der einzelnen Schüler zu erhalten. Die Beobachtungen ließen sich mit den Erkenntnissen aus der internationalen Videostudie über Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht vergleichen. Aus der Gegenüberstellung der verschiedenen Lernorte könnten Rückschlüsse auf eine sinnvolle und effektive Gestaltung von (außer)schulischen Experimentier-Lernumgebungen gezogen werden.

ANHANG

Anhang A

Beschreibung der angewandten statistischen Testverfahren

Im folgenden werden die im Rahmen der Untersuchung angewandten statistischen Testverfahren kurz vorgestellt. Weitere Informationen finden sich z.B. bei Bortz (2005) oder bei Bortz & Döring (2002).

A.1 Faktorenanalyse

Die Faktorenanalyse ist ein Verfahren zur 'Datenreduzierung'. Sie versucht eine größere Anzahl unterschiedlicher Items auf eine kleinere Zahl von wechselseitig unabhängigen Einflussfaktoren zu reduzieren. Hierbei werden untereinander stark korrelierende Items zu einem Faktor zusammengefasst. Im Umkehrschluss besteht ein geringer Zusammenhang zwischen Items verschiedener Faktoren.

A.2 Reliabilitätsanalyse

Die Reliabilitätsanalyse zeigt aufgrund der Zusammenhänge, wie gut die einzelnen Items zu der definierten Skala passen. Wichtige Kriterien sind unter anderem der Reliabilitäts- und der Trennschärfekoeffizient (s. Skalendokumentation im Anhang B ab Seite 195). Weitere Informationen finden sich z.B. bei Bühl & Zöfel (2005).

A.3 Latente-Klassen-Analyse

Die Latente-Klassen-Analyse (LCA) ist ein probabilistisches Testmodell für latente kategoriale Variablen/Klassen, das die Wahrscheinlichkeiten von Antwortmustern analysiert. Daraus resultieren die Wahrscheinlichkeiten, mit denen eine Person mit ihrem Antwortmuster den einzelnen Klassen angehört. Zur Einordnung der Personen in Gruppen wird die größte Klassenzugehörigkeitswahrscheinlichkeit herangezogen.

Die Modellprüfung erfolgt auf der Basis der informationstheoretischen Maße BIC (Best Information Criterion) und CAIC (Consistent Akaike Informations Criterion), die im Gegensatz zum AIC (Akaike Informations Criterion) den Stichprobenumfang berücksichtigen. Das passendste Modell ergibt sich für die Anzahl latenter Klassen, bei der die BIC- und CAIC-Werte am geringsten sind. Ein Maß für die 'Treffsicherheit' des Modells ist die mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit T . Sie gibt an, mit welcher Sicherheit eine Person aus der Stichprobe einer Klasse zugeordnet wird. Weitere Informationen finden sich z.B. bei Rost (2004).

A.4 Chi-Quadrat-Test

Der Chi-Quadrat-Test ist ein Nominaldatenverfahren und überprüft die Unabhängigkeit zweier Variablen anhand der Abweichung der beobachteten von der erwarteten Häufigkeit. Stimmen beide Häufigkeiten annähernd überein, gelten die Variablen als voneinander unabhängig.

A.5 T-Test für (un-)abhängige Stichproben

Der t-Test untersucht Unterschiedshypothesen anhand von Mittelwerten und deren Streuungen. Bei unabhängigen Stichproben, wie sie beispielsweise bei Vergleichen von Teilgruppen gegeben sind, müssen die Einzelwerte in beiden Stichproben normalverteilt und die Varianzen homogen sein. Allerdings reagiert der Test robust bei der Verletzung dieser Voraussetzung, insbesondere bei ähnlichen Verteilungen in gleichgroßen Stichproben mit n über 30. Zur Absicherung wurden die Ergebnisse dieser Arbeit mit dem verteilungsunabhängigen Mann-Whitney-U-Test überprüft.

Bei abhängigen Stichproben, wie sie beispielsweise bei einer Messwiederholung gegeben sind, wird bei der Berechnung der Zusammenhang der Varianzen beider Messwertreihen berücksichtigt. Dafür müssen die paarweisen Differenzen der Einzelwerte annähernd normalverteilt sein. Allerdings gilt das Verfahren bei Stichproben über 30 als robust gegenüber einer Verletzung dieser Voraussetzung. Zur Verifikation wurden die Ergebnisse dieser Arbeit zusätzlich durch den verteilungsunabhängigen Wilcoxon-Test geprüft.

Bei großen Stichproben liefern t-Tests für (un-)abhängige Stichproben häufig signifikante Unterschiede. Deshalb ist die Signifikanz eines Unterschieds zur Einordnung eines Effektes nicht geeignet. Stattdessen wird die Effektstärke angegeben.

A.6 Effektstärke d

Die Effektstärke d ist ein Maß zur Bestimmung der praktischen Bedeutsamkeit eines experimentellen Effektes. Für ihre Berechnung existieren zahlreiche Formeln. Die in dieser Arbeit verwendete lautet: $d = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) / 2}$ (Bortz & Döring, 2002). Beträge von d bis 0,35 werden als kleine, über 0,65 als große und die dazwischen liegenden als mittlere Effekte bezeichnet. Letztlich können aber auch kleine Effekte bedeutsam sein, beispielsweise bei den Nebenwirkungen eines Medikaments.

A.7 Korrelationskoeffizient ρ

Der Rangkorrelationskoeffizient ρ nach Spearman ist ein parameterfreies Maß zur Überprüfung von Zusammenhangshypothesen. Er beschreibt die Enge eines Zusammenhangs zwischen zwei ordinalskalierten Variablen, wobei die Stärke durch Werte zwischen -1 (perfekt negativer) und +1 (perfekt positiver Zusammenhang) angegeben wird. Bei Beträgen bis 0,2 handelt es sich um sehr geringe, bis 0,5 um geringe, bis

0,7 um mittlere, bis 0,9 um hohe und bei über 0,9 um sehr hohe Korrelationen. Allerdings liefern die Koeffizienten keine Informationen über die Kausalität, also welche Skala beziehungsweise Variable die andere beeinflusst, oder ob eine dritte eventuell nicht erfasste Variable auf beide Einfluss nimmt.

A.8 Multiple lineare Regression

Die multiple lineare Regression untersucht den Einfluss mehrerer unabhängiger Prädiktorvariablen auf eine abhängige Kriteriumsvariable. Das Verfahren setzt normalverteilte Variablen voraus, gilt aber als robust gegenüber einer Verletzung, wenn die Stichprobe im Verhältnis zur Anzahl der berücksichtigten Variablen deutlich größer ist. Die ebenfalls geforderte vollkommene Unabhängigkeit der Prädiktorvariablen ist in den seltensten Fällen gegeben. Die Multikollinearität erschwert aber nur die Interpretation der resultierenden β -Gewichte, bei denen es sich um die auf den Wertebereich standardisierten Regressionskoeffizienten handelt. Sie geben Aufschluss über die Wichtigkeit der Prädiktorvariable für die Kriteriumsvariable. Das Bestimmtheitsmaß R^2 schätzt den durch alle Prädiktorvariablen vorhersagbaren Teil der Varianz der Kriteriumsvariable.

A.9 Ein-/mehrfaktorielle uni-/multivariate Varianzanalyse

Die Varianzanalyse dient zur Untersuchung der Auswirkungen von einer oder mehreren gestuften Variablen (Faktoren) auf eine oder mehrere abhängige Variablen (uni-/multivariat). Als Faktoren werden in dieser Arbeit die zu untersuchenden Gruppen verwendet. Bei Analysen zur zeitlichen Entwicklung kommt als zweiter Faktor die Anzahl der Messwiederholungen hinzu. Entsprechend der Faktoren wird die Stichprobe in einzelne Gruppen unterteilt und anschließend überprüft, ob sich die gruppenspezifischen Mittelwerte der abhängigen Variablen signifikant unterscheiden. Allerdings gibt die Varianzanalyse keine genauere Auskunft über die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Hierfür sind nachträgliche Einzelvergleiche notwendig, die beispielsweise mit dem als robust und konservativ geltenden Scheffé-Test durchgeführt werden können.

Die Berechnung von Varianzanalysen erfolgt anhand des 'allgemeinen linearen Modells', dessen Grundlage die Korrelations- und Regressionsrechnung ist. Eine Voraussetzung ist die Varianzhomogenität und die Normalverteilung der abhängigen Variablen. Sie verliert mit zunehmender Stichprobengröße an Bedeutung. Eine weitere Voraussetzung ist die Korrelation der abhängigen Variablen.

A.10 Strukturgleichungsmodelle

Strukturgleichungsmodelle sind statistische Verfahren zur Prüfung von theoriebasierten Modellen über simultane Beziehungen zwischen mehreren Variablen. Werden wie in dieser Arbeit anhand von vorliegenden Datensätzen Kausalitäten überprüft, spricht

man von einer Kausalanalyse. Bei diesem konfirmatorischen Verfahren sollte im vorhinein feststehen, welche Indikatoren (gemessene Variablen) auf welche latente Faktoren (nicht messbare Variablen) wirken. Das eigentliche Strukturgleichungsmodell besteht dann aus den latenten Variablen, die durch gerichtete Wechselwirkungen (Richtungspfeile = Pfadkoeffizienten bzw. Regressionsgewichte) oder ungerichtete Wechselwirkungen (Doppelpfeile = Korrelation) untereinander verbunden sind, sowie Fehlertermen, die zur Modellierung der nicht erklärten Varianz der Variablen dienen. Bei der Berechnung werden Methoden der Faktorenanalyse, der Pfadanalyse und der Regressionsanalyse verbunden (s.o.).

A.11 Totaler Effekt

Der totale Effekt einer Variable X auf eine Variable Y ist die Summe aus dem direkten Effekt und weiteren indirekten Effekten aufgrund zusätzlicher Pfade über andere zwischen X und Y liegender Variablen. Letztere ergeben sich durch eine Multiplikation der einzelnen Koeffizienten entlang des zusammengesetzten Pfades.

Anhang B

Skalendokumentation

Neben der Stichprobengröße N und dem Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs α als Maß für die interne Konsistenz der Skala sind für die einzelnen Items der Trennschärfekoeffizient r_{it} und unter a das resultierende Cronbachs α aufgeführt, welches sich ergibt, wenn dieses Item weggelassen wird. Allgemein gelten Trennschärfekoeffizient r_{it} zwischen 0,4 und 0,8 sowie Cronbachs α über 0,7 als gut.

Die durch eine graue Schrift gekennzeichneten Items sind aufgrund einer Faktorenanalyse oder einer nichtvorhandenen Reliabilität bei der Skalenbildung unberücksichtigt geblieben. Die kursiv dargestellten negativ formulierten Items wurden für die Skalenwertberechnung invers kodiert. Im Vergleich zu Engeln (2004) sind die mit * gekennzeichneten Items neu und die mit ** umformuliert.

B.1 Skalen der dispositionsbezogenen Variablen

Sachinteresse „Naturwissenschaften“	T1		T2		T3	
	N =				724	
	Cronbachs α =				0,88	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	,64	,84			,68	,87
<i>Bei naturwissenschaftlichen Sendungen im Fernsehen schalte ich immer aus oder um.*</i>	,60	,85			,65	,87
Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	,63	,84			,69	,86
<i>Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.*</i>	,65	,84			,67	,87
Ich finde es wichtig, mich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen.**	,68	,83			,68	,86
<i>Naturwissenschaftliche Artikel finde ich völlig uninteressant.*</i>	,55	,85			,64	,87
<i>In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über naturwissenschaftliche Phänomene nachzudenken.*</i>	,66	,84			,68	,86

Tab. B.1: Reliabilität der Skala zum Sachinteresse an den Naturwissenschaften.

Sachinteresse „Experimentieren“	T1		T2		T3	
	N =				725	
	Cronbachs α =				0,76	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit verfliegt.**	,53	,67			,58	,68
Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, auch Freizeit dafür zu verwenden.	,56	,61			,61	,65
Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß.**	,56	,63			,58	,69

Tab. B.2: Reliabilität der Skala zum Sachinteresse am Experimentieren.

Fachinteressen zum Zeitpunkt T1	Biologie		Chemie		Mathematik		Physik	
	N =		715		732		723	
	Cronbachs α =		0,87		0,88		0,88	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Der Unterricht bringt mir Spaß im Fach ...**	,76		,77		,79		,79	
Ich komme im Unterricht gut mit im Fach ...*	,76		,77		,79		,79	

Tab. B.3: Reliabilität der jeweiligen Fachinteressenskalen.

Fähigkeitsselbstkonzept	T1		T2		T3	
	N =		723		709	
	Cronbachs α =		0,87		0,88	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
<i>Mich würden Naturwissenschaften bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.*</i>	,55	,85	,51	,87	,55	,88
<i>Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.</i>	,76	,82	,77	,84	,75	,86
<i>Das Lernen der naturwissenschaftlichen Theorien fällt mir leicht.*</i>	,66	,84	,65	,85	,68	,86
<i>Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften habe ich einfach keine Begabung.</i>	,74	,83	,79	,84	,78	,85
<i>Bei manchen Sachen in den Naturwissenschaften, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: "Das verstehe ich nie".**</i>	,57	,85	,62	,85	,65	,87
<i>Anhand anschaulicher Experimente verstehe ich auch komplizierte naturwissenschaftliche Theorien.*</i>	,45	,86	,46	,87	,56	,88
<i>Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.</i>	,76	,82	,75	,84	,75	,86
<i>Für das Durchführen von Experimenten habe ich kein Händchen.*</i>	,36	,87	,45	,87	,47	,88

Tab. B.4: Reliabilität der Skala zum Fähigkeitsselbstkonzept.

B.2 Skalen der wahrgenommenen Laborvariablen

Wahrgenommene Laborvariable: Alltagsbezug	T1		T2		T3	
	N =					
	Cronbachs α =					
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Ich konnte eine Bedeutung der durchgeführten Experimente für das alltägliche Leben erkennen.*			,59	,79		
Ich habe einen Eindruck über die Bedeutung der Forschung für mein alltägliches Leben bekommen.*			,66	,76		
Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unseren Alltag gelernt.*			,67	,75		
Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unsere Gesellschaft gelernt.*			,62	,77		

Tab. B.5: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Alltagsbezug.

Wahrgenommene Laborvariable: Authentizität	T1		T2		T3	
	N =					
	Cronbachs α =					
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Ich habe heute einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern bekommen.**			,60	,75		
Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.			,69	,70		
Ich habe heute etwas über die Ziele naturwissenschaftlicher Forschung gelernt.			,61	,74		
Ich habe heute etwas über die Forschungsarbeit des DLR gelernt.*			,53	,78		

Tab. B.6: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Authentizität.

Wahrgenommene Laborvariable: Aktive Beteiligung	T1		T2		T3	
	N =					
	Cronbachs α =					
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Beim Planen bzw. Aufbauen der Experimente war ich stark beteiligt.*			,43	,64		
Bei der Durchführung der Experimente war ich stark beteiligt.*			,58	,44		
Beim Suchen und Finden der Erklärungen für die Ergebnisse der Versuche war ich stark beteiligt.*			,44	,62		

Tab. B.7: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable aktive Beteiligung.

Wahrgenommene Laborvariable: Betreuung/Atmosphäre	T1		T2		T3	
			727			
			0,57			
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Ich hatte die Möglichkeit, den Betreuern des Schülerlabors Fragen zu stellen.*			,36	,51		
Ich habe das Gefühl, dass die Betreuer von Naturwissenschaften / Technik fasziniert sind.*			,32	,53		
Die Gespräche mit den Betreuern waren mir wichtig.*			,40	,47		
Die Arbeitsatmosphäre während des Experimentierens fand ich gut.*			,36	,49		

Tab. B.8: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Betreuung/Atmosphäre.

Wahrgenommene Laborvariable: Herausforderung	T1		T2		T3	
			731			
			0,60			
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Die Experimente waren eine Herausforderung für mich.*			,44			
Das Finden der Erklärungen für die Experimente war eine Herausforderung.*			,44			
Ich habe mich beim Experimentieren angestrengt. (Mit diesem Item ist Cronbachs $\alpha = 0,471$)						

Tab. B.9: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Herausforderung.

Wahrgenommene Laborvariable: Offenheit	T1		T2		T3	
			728			
			0,83			
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
<i>Während des Experimentierens hatte ich keine Möglichkeit, eigene Ideen auszuprobieren.</i>			,63	,83		
<i>Der Ablauf der Experimente war fest vorgegeben und ich konnte keine eigenen Entscheidungen treffen.</i>			,74	,73		
<i>Während des Experimentierens hatte ich das Gefühl, nichts selber bestimmen zu können.</i>			,73	,74		

Tab. B.10: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Offenheit.

Wahrgenommene Laborvariable: Verständlichkeit	T1		T2		T3	
	N =		722			
	Cronbachs α =		0,72			
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Ich hatte genügend Kenntnisse, um die Experimente erfolgreich durchzuführen.**			,48	,68		
Während des Experimentierens habe ich über das Experiment nachgedacht.***			,37	,71		
Die Schwierigkeit der Experimente war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.*			,33	,72		
Ich konnte die Aufgaben, die mir heute gestellt wurden, gut bewältigen.			,65	,64		
Ich habe die Anleitungen zum Experimentieren gut verstanden.			,55	,67		
Das Ziel der Experimente war mir von Anfang an klar.			,36	,71		
<i>Die Versuchsaufbauten waren zu kompliziert.*</i>			,37	,70		

Tab. B.11: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Verständlichkeit. Das mit *** gekennzeichnete Items gehört bei Engeln (2004) zur Herausforderung.

Wahrgenommene Laborvariable: Zusammenarbeit	T1		T2		T3	
	N =		727			
	Cronbachs α =		0,62			
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Ich habe während des Experimentierens gut mit meinen Mitschülerinnen und Mitschülern im Team zusammengearbeitet.*			,35	,63		
Ich habe während der Experimente meinen Mitschülerinnen / Mitschülern etwas erklärt oder mir ist von ihnen etwas erklärt worden.**			,53	,37		
Ich habe während des Experimentierens mit meinen Mitschülerinnen und Mitschülern über naturwissenschaftliche Sachverhalte diskutiert.**			,44	,52		

Tab. B.12: Reliabilität der Skala für die wahrgenommene Laborvariable Zusammenarbeit.

B.3 Skalen der Komponenten des aktuellen Interesses

Emotionale Komponente des aktuellen Interesses	T1		T2		T3	
	N =		723		717	
	Cronbachs α =		0,75		0,86	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
<i>Die Arbeit mit Geräten, die auch in der Forschung verwendet werden, brachte mir keinen Spaß.*</i>			,39	,76	,57	,85
Die Experimente waren für mich interessant.*			,59	,69	,68	,83
<i>Die Experimente haben mir keinen Spaß gemacht.</i>			,57	,70	,76	,81
<i>Beim Experimentieren ist die Zeit sehr langsam vergangen.</i>			,46	,74	,62	,84
<i>Die Durchführung der Experimente war langweilig.</i>			,64	,67	,75	,81
<i>Beim Experimentieren habe ich mich nicht wohl gefühlt. (Mit diesem Item ist Cronbachs α bei T2 = 0,732 und bei T3 = 0,845)</i>						
<i>Die Suche nach den Erklärungen für die Experimente hat Spaß gebracht.* (Faktorenanalyse: unklare Komponentenzuordnung T2/T3)</i>						

Tab. B.13: Reliabilität der Skala für die emotionale Komponente des aktuellen Interesses.

Wertbezogene Komponente des aktuellen Interesses	T1		T2		T3	
	N =		729		718	
	Cronbachs α =		0,64		0,71	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Das eigenständige Experimentieren war mir wichtig.*			,32	,62	,53	,62
Dass wir (heute/im Schülerlabor) Experimente durchgeführt haben, erscheint mir sinnvoll.			,45	,56	,54	,63
Dass wir (heute/im Schülerlabor) Experimente durchgeführt haben, ist mir persönlich wichtig.			,45	,56	,55	,62
Die Zusammenarbeit mit den Mitschülerinnen bzw. Schülern war mir wichtig.*			,48	,53	,38	,72
<i>Der Bezug der Experimente zum Alltag war mir wichtig.* (Faktorenanalyse: unklare Komponentenzuordnung T2/T3)</i>						

Tab. B.14: Reliabilität der Skala für die wertbezogene Komponente des aktuellen Interesses.

Epistemische Komponente des aktuellen Interesses

	T1		T2		T3	
			725		722	
			0,78		0,81	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Beim Experimentieren bin ich auf neue Ideen gekommen.*			,63	,72	,63	,76
Der Bezug der Experimente zu anderen naturwissenschaftlichen Gebieten war mir wichtig.*			,43	,78	,47	,81
Ich würde gerne mehr über die Experimente lernen, die wir im Schülerlabor durchgeführt haben.			,55	,75	,64	,76
Solche Experimente, wie wir sie im Schülerlabor durchgeführt haben, würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten.			,55	,75	,60	,77
Beim Experimentieren habe ich interessante Anregungen erhalten.*			,65	,71	,64	,76
Beim Experimentieren wurde ich zum Nachdenken angeregt. (Faktorenanalyse: unklare Komponentenzuordnung T2/T3)*						

Tab. B.15: Reliabilität der Skala für die epistemische Komponente des aktuellen Interesses.

B.4 Skalen der intendierten / manifestierten Handlungen aus Interesse

Interessehandlungen (T2 intendiert / T3 manifestiert)

	T1		T2		T3	
			730		729	
			0,68		0,62	
	r_{it}	a	r_{it}	a	r_{it}	a
Ich werde (habe) mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen (gesprächen), die ich im Schülerlabor erlebt habe.			,45	,66	,42	,54
Ich werde (habe) in Büchern nach(ge)schlagen, um mehr Informationen über das im Schülerlabor behandelte Thema zu bekommen.			,49	,61	,35	,63
Ich werde (habe) außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken (nachgedacht), die wir im Schülerlabor gesehen oder angesprochen haben.			,57	,50	,54	,35

Tab. B.16: Reliabilität der Skalen der intendierten/manifestierten Handlungen aus Interesse.

Anhang C

Zusätzliche Ergebnisdokumentation

C.1 Beschreibung der Schüler-Stichprobe

Von insgesamt 734 Personen liegen Fragebögen aus allen drei Befragungszeitpunkten ausgefüllt vor. Davon sind 41% Schülerinnen und 59% Schüler. Etwa 41% der Gesamtstichprobe bzw. 298 Personen kommen aus den Jahrgängen 9 und 10, in denen Physik noch ein Pflichtfach ist. Diese Jugendlichen sind in einem Alter von etwa 15 bis 16 Jahren und der Anteil der Schülerinnen liegt bei 45%. Die übrigen 436 Personen bzw. 59% besuchten einen - im Rahmen der ab Jahrgang 11 existierenden Wahlmöglichkeiten für das Abitur freiwillig gewählten - Physik- oder einen anderen naturwissenschaftlichen Ergänzungs-, Grund- oder Leistungskurs. Das Alter der Personen liegt zwischen 16 und 19 Jahren und der Frauenanteil reduziert sich aufgrund der Wahlmöglichkeiten auf 39 %.

Die Datenlage ermöglicht die angestrebten Vergleiche zwischen den Personen aus der Mittel- und der Oberstufe sowie zwischen den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe. Für den Vergleich der untersuchten Labore wurde angestrebt, den Anteil der Schulstufen in jedem Labor annähernd gleich zu halten. Dies war aufgrund der standortspezifischen Zielgruppen und der terminlichen Gegebenheiten in Berlin-Adlershof und in Oberpfaffenhofen nicht möglich. Eine genauere Aufschlüsselung der Personen nach Schulstufe und Geschlecht abhängig vom besuchten DLR_School_Lab zeigt die folgende Tabelle.

<i>Befragte ...</i>			<i>Anzahl der vollständig vorhandenen Datensätze vom DLR_School_Lab in ...</i>					
Jahrgänge	Veranst.	♀/♂	Berlin-Adlershof	Göttingen	Köln-Porz	Oberpfaffenhofen	Σ	
9/10	15	♀	42	39	48	5	134	298
		♂	31	51	74	8	164	
11-13	28	♀	8	39	54	68	169	436
		♂	21	59	77	110	267	
Σ	43	♀	50	78	102	73	303	
		♂	52	110	151	118	431	
		♀♂	102	188	253	191	734	

Tab. C.1: Anzahl der evaluierten Veranstaltungen und Zahl der vollständig vorhandenen Datensätze aus allen drei Befragungen in Abhängigkeit von der Schulstufe, dem Geschlecht sowie vom Standort des DLR_School_Labs.

C.2 Zu Kap. 6: Untersuchung der Hypothesen und Forschungsfragen

Einführender Überblick über die Skalenwerte (zu 6.1)

<i>Korrelationen zwischen den Dispositionen (T1)</i>	Fachinteresse				Sachint.		FSK
	Bio.	Chem.	Mathe.	Phys.	Nawi.	Exp.	
Fachint. Biologie	1						
Chemie	0,25	1					
Mathematik	-0,10	0,23	1				
Physik	-0,09*	0,24	0,52	1			
Sachint. Naturwissensch.	0,13	0,29	0,32	0,52	1		
Experimentieren	0,11	0,33	0,25	0,38	0,57	1	
Fähigkeitsselbstk. (FSK)	0,13	0,43	0,45	0,59	0,61	0,46	1

Tab. C.2: Korrelationskoeffizienten ρ nach Spearman zwischen den dispositionsbezogenen Variablen aus T1. Sämtliche Zusammenhänge sind signifikant (* auf dem 0,05 Niveau, alle anderen auf dem 0,01 Niveau, zweiseitig).

<i>Korrelationen zw. den wahrgen. Laborvariablen</i>		All.	Aut.	Akt.	Bet.	Her.	Off.	Ver.	Zus.
Alltagsbezug	All.	1							
Authentizität	Aut.	0,44	1						
Akt. Beteiligung	Akt.	0,23	0,15	1					
Betreuung / Atmo.	Bet.	0,39	0,32	0,24	1				
Herausforderung	Her.	0,13	0,16	0,14	0,11	1			
Offenheit	Off.	0,20	0,17	0,12	0,25	0,08*	1		
Verständlichkeit	Ver.	0,35	0,27	0,36	0,36	0,02 ^{ns}	0,19	1	
Zusammenarbeit	Zus.	0,22	0,20	0,32	0,36	0,18	0,19	0,38	1

Tab. C.3: Korrelationskoeffizienten ρ nach Spearman zwischen den wahrgenommenen Laborvariablen aus T2. Der durch ns gekennzeichnete Zusammenhang ist im Gegensatz zu den übrigen Korrelationen nicht signifikant (* auf dem 0,05 Niveau, die Übrigen auf dem 0,01 Niveau, zweiseitig).

<i>Korrelationen zw. den Komponenten des akt. Int (T2/T3)</i>	Emotion.	Wertbez.	Epistem.
Emotionale Komponente	1	0,46	0,50
Wertbezogene Komponente	0,53	1	0,43
Epistemische Komponente	0,55	0,41	1

Tab. C.4: Korrelationskoeffizienten ρ nach Spearman zwischen den Komponenten des aktuellen Interesses (T2 oberhalb der 1er-Diagonalen, T3 unterhalb). Alle Zusammenhänge sind auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Teilgruppenvergleiche Schulstufen und Geschlechter (zu 6.4.1/6.4.2)

Skalenwerte getr. nach Schulstufen (mitte) und Geschlechtern (rechts)		Schulstufen				Geschlecht (Jg. 9/10)			
		Mittelstufe		Oberstufe		Männlich		Weiblich	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
1. Befragung (T1)									
Fachint.	Biologie	0,66	0,23	0,59	0,30	0,64	0,24	0,69	0,22
	Chemie	0,60	0,28	0,54	0,31	0,61	0,28	0,58	0,27
	Mathematik	0,62	0,30	0,65	0,28	0,68	0,28	0,54	0,30
	Physik	0,58	0,28	0,58	0,30	0,68	0,26	0,45	0,26
Sachint.	Naturwissensch.	0,53	0,19	0,62	0,19	0,58	0,18	0,48	0,18
	Experimentieren	0,57	0,22	0,61	0,22	0,61	0,22	0,51	0,22
	Fähigkeitsselbstkonzept	0,64	0,19	0,68	0,18	0,71	0,16	0,56	0,18
2. Befragung (T2)									
Laborvar.	Alltagsbezug	0,66	0,21	0,69	0,20	0,68	0,20	0,64	0,21
	Authentizität	0,70	0,19	0,68	0,18	0,71	0,19	0,67	0,18
	Akt. Beteiligung	0,63	0,19	0,65	0,19	0,65	0,19	0,62	0,20
	Betreuung/Atmo.	0,81	0,13	0,84	0,13	0,82	0,13	0,81	0,14
	Herausforderung	0,48	0,21	0,51	0,22	0,51	0,22	0,45	0,19
	Offenheit	0,62	0,26	0,67	0,23	0,62	0,27	0,61	0,26
	Verständlichkeit	0,72	0,14	0,75	0,13	0,75	0,12	0,69	0,15
	Zusammenarbeit	0,63	0,22	0,64	0,21	0,64	0,24	0,63	0,21
Akt. Int.	Emotionale K.	0,80	0,17	0,84	0,15	0,82	0,15	0,77	0,18
	Wertbezogene K.	0,74	0,17	0,75	0,16	0,74	0,17	0,73	0,18
	Epistemische K.	0,49	0,21	0,54	0,19	0,53	0,20	0,44	0,20
	Fähigkeitsselbstkonzept	0,67	0,20	0,71	0,19	0,74	0,17	0,59	0,20
3. Befragung (T3)									
Akt. Int.	Emotionale K.	0,74	0,22	0,82	0,16	0,77	0,20	0,71	0,23
	Wertbezogene K.	0,73	0,20	0,74	0,16	0,73	0,20	0,73	0,20
	Epistemische K.	0,46	0,22	0,51	0,19	0,52	0,22	0,38	0,21
Sachint.	Naturwissensch.	0,54	0,20	0,62	0,20	0,60	0,19	0,47	0,18
	Experimentieren	0,54	0,23	0,58	0,23	0,58	0,22	0,49	0,23
	Fähigkeitsselbstkonzept	0,67	0,21	0,70	0,20	0,73	0,18	0,59	0,21

Tab. C.5: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der erhobenen Skalen, getrennt nach Mittel- und Oberstufe (mitte) sowie den Geschlechtern innerhalb der Mittelstufe (rechts).

Teilgruppenvergleich Interessengruppen (zu 6.4.3)

Skalenwerte getrennt nach Interessengruppen		Gruppe M		Gruppe H		Gruppe T	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
<u>1. Befragung (T1)</u>							
Fachint.	Biologie	0,69	0,22	0,57	0,32	0,60	0,28
	Chemie	0,58	0,24	0,68	0,30	0,38	0,30
	Mathematik	0,61	0,23	0,85	0,20	0,40	0,27
	Physik	0,57	0,19	0,81	0,23	0,29	0,22
Sachint.	Naturwissensch.	0,62	0,13	0,70	0,16	0,38	0,14
	Experimentieren	0,64	0,17	0,69	0,19	0,38	0,20
Fähigkeitsselbstkonzept		0,67	0,13	0,81	0,11	0,47	0,15
<u>2. Befragung (T2)</u>							
Laborvar.	Alltagsbezug	0,70	0,19	0,70	0,20	0,62	0,21
	Authentizität	0,70	0,19	0,70	0,19	0,66	0,17
	Akt. Beteiligung	0,64	0,17	0,69	0,18	0,58	0,20
	Betreuung/Atmo.	0,84	0,11	0,83	0,13	0,80	0,15
	Herausforderung	0,52	0,21	0,49	0,23	0,48	0,21
	Offenheit	0,66	0,25	0,64	0,25	0,63	0,24
	Verständlichkeit	0,75	0,12	0,79	0,12	0,67	0,15
	Zusammenarbeit	0,65	0,20	0,68	0,20	0,56	0,21
Akt. Int.	Emotionale K.	0,84	0,15	0,87	0,13	0,74	0,18
	Wertbezogene K.	0,76	0,15	0,77	0,15	0,69	0,19
	Epistemische K.	0,55	0,17	0,60	0,18	0,38	0,18
Fähigkeitsselbstkonzept		0,69	0,15	0,84	0,12	0,50	0,16
<u>3. Befragung (T3)</u>							
Akt. Int.	Emotionale K.	0,81	0,18	0,85	0,15	0,69	0,21
	Wertbezogene K.	0,75	0,16	0,77	0,16	0,68	0,21
	Epistemische K.	0,52	0,19	0,56	0,19	0,35	0,19
Sachint.	Naturwissensch.	0,60	0,15	0,72	0,15	0,39	0,17
	Experimentieren	0,60	0,18	0,67	0,19	0,37	0,20
Fähigkeitsselbstkonzept		0,70	0,16	0,83	0,14	0,50	0,16

Tab. C.6: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der erhobenen Skalen, getrennt nach den Interessengruppen.

Teilgruppenvergleich Schülerlabore (zu 6.4.4)

Skalenwerte getrennt nach Schülerlaboren		Labor A		Labor B		Labor C		Labor D	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
<u>1. Befragung (T1)</u>									
Fachint.	Biologie	0,67	0,24	0,62	0,28	0,59	0,30	0,64	0,26
	Chemie	0,55	0,30	0,58	0,31	0,52	0,31	0,61	0,27
	Mathematik	0,63	0,27	0,60	0,30	0,66	0,29	0,66	0,27
	Physik	0,58	0,25	0,61	0,28	0,53	0,32	0,62	0,28
Sachint.	Naturwissensch.	0,58	0,17	0,58	0,20	0,56	0,19	0,62	0,20
	Experimentieren	0,64	0,21	0,58	0,21	0,57	0,24	0,60	0,23
	Fähigkeitsselbstkonzept	0,64	0,16	0,67	0,19	0,67	0,18	0,67	0,19
<u>2. Befragung (T2)</u>									
Laborvar.	Alltagsbezug	0,64	0,21	0,69	0,18	0,64	0,20	0,72	0,20
	Authentizität	0,61	0,20	0,68	0,17	0,75	0,17	0,65	0,19
	Akt. Beteiligung	0,71	0,17	0,64	0,18	0,60	0,20	0,66	0,19
	Betreuung/Atmo.	0,80	0,16	0,82	0,12	0,81	0,13	0,86	0,11
	Herausforderung	0,54	0,24	0,50	0,20	0,47	0,21	0,51	0,23
	Offenheit	0,58	0,27	0,68	0,21	0,58	0,25	0,74	0,22
	Verständlichkeit	0,68	0,17	0,75	0,12	0,73	0,13	0,78	0,12
	Zusammenarbeit	0,65	0,21	0,69	0,19	0,60	0,22	0,63	0,21
Akt. Int.	Emotionale K.	0,78	0,18	0,83	0,14	0,81	0,17	0,86	0,14
	Wertbezogene K.	0,72	0,17	0,75	0,16	0,74	0,16	0,76	0,16
	Epistemische K.	0,47	0,19	0,50	0,18	0,53	0,21	0,56	0,19
	Fähigkeitsselbstkonzept	0,66	0,18	0,70	0,20	0,69	0,20	0,71	0,19
<u>3. Befragung (T3)</u>									
Akt. Int.	Emotionale K.	0,74	0,21	0,80	0,18	0,77	0,20	0,83	0,17
	Wertbezogene K.	0,72	0,21	0,77	0,17	0,71	0,18	0,75	0,16
	Epistemische K.	0,47	0,23	0,48	0,19	0,48	0,22	0,51	0,19
Sachint.	Naturwissensch.	0,56	0,17	0,57	0,20	0,59	0,21	0,61	0,21
	Experimentieren	0,57	0,20	0,57	0,21	0,56	0,25	0,55	0,23
	Fähigkeitsselbstkonzept	0,69	0,17	0,69	0,21	0,68	0,21	0,69	0,20

Tab. C.7: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der erhobenen Skalen, getrennt nach den untersuchten Schülerlaboren.

Übersicht über die maximalen Teilgruppenunterschiede

<i>Maximale Unterschiede zwischen den Teilgruppen</i>	Schulstufen	♀ (Jg. 9/10)	Interessengruppen	Schülerlabore
<i>Dispositionale Variablen T1</i>				
Fachint. Biologie	Klein	Klein	Mittel	ns
Chemie	Klein	ns	Groß	Klein
Mathematik	ns	Mittel	Groß	ns
Physik	ns	Groß	Groß	Klein
Sachint. Naturwissensch.	Mittel	Mittel	Groß	Klein
Experimentieren	Klein	Mittel	Groß	ns
Fähigkeitsselbstkonzept	Klein	Groß	Groß	ns
<i>Wahrgen. Laborvariablen T2</i>				
Alltagsbezug	Klein	ns	Mittel	Mittel
Authentizität	ns	Klein	ns	Groß
Aktive Beteiligung	ns	ns	Mittel	Mittel
Betreuung / Atmosphäre	Klein	ns	Mittel	Mittel
Herausforderung	ns	Klein	ns	ns
Offenheit	Klein	ns	ns	Groß
Verständlichkeit	Klein	Mittel	Groß	Groß
Zusammenarbeit	ns	ns	Mittel	Mittel
<i>Aktuelles Interesse T2</i>				
Emotionale Komponente	Klein	Klein	Groß	Mittel
Wertbezogene Komponente	ns	ns	Mittel	ns
Epistemische Komponente	Klein	Mittel	Groß	Mittel
<i>Zeitliche Entwicklung</i>				
Emotionale K. T2/T3	Klein	ns	ns	ns
Wertbezogene K. T2/T3	ns	ns	ns	ns
Epistemische K. T2/T3	ns	ns	ns	Klein
Sachint. Naturwissen. T1/T3	ns	ns	Klein	Klein
Experiment. T1/T3	ns	ns	ns	Klein
Fähigkeitsselbstk. T1/T2/T3	ns	ns	ns	ns

Tab. C.8: Übersicht über die festgestellten maximalen Unterschiede zwischen den Teilgruppen. Die Größenangaben entsprechen den Effektstärkenkategorien.

C.3 Zu Kap. 7: Weitergehende Analysen

Zusammensetzung der reduzierten Stichprobe für die Überprüfung des Strukturgleichungsmodells (zu 7.2)

Jahrgänge	♀/♂	DLR_School_Lab in ...				Σ	
		Berlin-Adlershof	Göttingen	Köln-Porz	Oberpfaffenhofen		
9 und 10	♀	41	37	46	5	129	287
	♂	30	50	70	8	158	
11 bis 13	♀	8	35	52	56	151	402
	♂	19	58	73	101	251	
Σ	♀♂	98	180	241	170	689	

Tab. C.9: Zusammensetzung der reduzierten Stichprobe(n) für die Berechnung des Strukturgleichungsmodells.

	Mittelstufe		Oberstufe		Σ
	♂	♀	♂	♀	
Gruppe M	63	57	83	50	253
Gruppe H	64	11	117	34	226
Gruppe T	25	58	33	58	174

Tab. C.10: Zusammensetzung der Interessengruppen bei der Berechnung des Strukturgleichungsmodells.

C.4 Zu Kap. 8: Weitere Ergebnisse

Untersuchungen mit Bezug zu den Schülerlaboren (zu 8.1)

Bewertung der Schülerlabore durch geschlossene Fragen (zu 8.1.1)

„Geben Sie dem Schülerlabor eine Note“

Benotung in %	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
sehr gut	21,9	19,8	23,4	26,8	11,2	30,8	26,5	24,8
gut	65,9	65,4	66,2	64,6	66,4	56,4	64,0	67,6
befriedigend	11,5	13,8	10,0	7,9	20,9	12,8	8,7	7,1
ausreichend	0,7	1,0	0,5	0,6	1,5	0,0	0,8	0,4
\bar{X}	1,91	1,96	1,88	1,82	2,13	1,84	1,83	2,13
σ	0,59	0,61	0,58	0,59	0,61	0,60	0,56	0,58

Tab. C.11: Prozentuale Verteilung, Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der Benotung der Schülerlabore (Skala von 1 bis 6), getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

„Würden Sie gerne das Schülerlabor [...] ein weiteres Mal besuchen?“

Wunsch nach wei- terem Besuch in %	T2		T3	
	Ja	Nein	Ja	Nein
Gesamtstichprobe	92,6	6,8	89,1	10,1
Mittelstufe	88,6	10,4	86,2	13,1
Oberstufe	95,4	4,4	91,1	8,0
Männlich	90,2	9,1	89,6	9,8
Weiblich	86,6	11,9	82,1	17,2
Gruppe M	96,2	3,8	93,6	5,7
Gruppe H	94,6	5,0	92,1	7,5
Gruppe T	84,7	14,2	79,5	18,9

Tab. C.12: Der Wunsch der Schüler nach einem weiteren Schülerlaborbesuch, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

„Wie bewerten Sie die Dauer des ganzen Laborbesuchs?“

Veranstaltungsdauer	\bar{X}	σ
Gesamtstichprobe	0,47	0,21
Mittelstufe	0,49	0,21
Oberstufe	0,45	0,20
Männlich (Sek.I)	0,44	0,23
Weiblich (Sek.I)	0,54	0,18
Gruppe M	0,45	0,17
Gruppe H	0,41	0,20
Gruppe T	0,57	0,22

Tab. C.13: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der Bewertungen der Veranstaltungsdauer ($0 \hat{=}$ zu kurz, $1 \hat{=}$ zu lang), getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

Wichtigkeit verschiedener Aspekte

	Unterrichtsausf.		Lernen		Experiment.		Spaß	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Ges.stichpr.	0,55	0,33	0,71	0,24	0,81	0,23	0,85	0,19
Mittelstufe	0,61	0,33	0,68	0,25	0,80	0,24	0,87	0,20
Oberstufe	0,51	0,31	0,74	0,22	0,82	0,21	0,85	0,18
Männlich	0,65	0,33	0,71	0,24	0,79	0,25	0,85	0,21
Weiblich	0,57	0,33	0,63	0,25	0,81	0,24	0,89	0,18
Gruppe M	0,49	0,31	0,73	0,21	0,83	0,21	0,86	0,18
Gruppe H	0,54	0,33	0,78	0,21	0,84	0,22	0,87	0,18
Gruppe T	0,65	0,31	0,60	0,26	0,74	0,24	0,84	0,21

Tab. C.14: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der Wichtigkeit der Aspekte Unterrichtsausfall, Lernen, Experimentieren sowie Spaß, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

Bewertung der Schülerlabore durch offene Fragen (zu 8.1.2)**Antwortbeteiligung**

<i>Antwortbeteiligung in %</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
Gefallen	96,5	97,7	95,6	97,6	97,8	97,7	97,1	94,2
Gelernt	82,2	85,6	79,8	81,7	90,3	83,7	79,2	84,7
Vermisst	67,2	71,1	64,4	69,5	73,1	66,3	72,9	64,2
Wiederholung erwünscht	93,7	95,3	92,7	95,9	94,5	96,0	94,6	90,1
Wiederholung unerw.	83,8	84,6	82,9	75,0	91,3	80,0	94,4	80,6

Tab. C.15: Antwortbeteiligung auf die offenen Fragen, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

„Was hat Ihnen am Besuch des Labors am besten gefallen?“

<i>Gefallen</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
Betreuung / Atmosphäre	22,2	17,6	25,1	13,1	22,9	24,7	18,0	22,0
Konkrete Experimente	19,5	23,1	17,2	27,0	18,6	18,3	21,4	18,9
Allgemein Experimente	15,8	15,2	16,2	17,6	12,4	16,5	16,2	15,7
Selbstst. Experimentieren	12,1	10,6	13,0	6,6	15,2	14,2	11,6	9,8
Wissenserwerb	6,6	5,9	7,1	6,1	5,7	5,0	7,5	8,4
Ausstattung	6,5	5,9	6,8	8,2	3,3	5,9	9,8	2,8
Sonstiges	5,5	5,5	5,5	3,3	8,1	5,7	4,6	6,3
Forschungseinrichtung	5,4	7,3	4,2	6,6	8,1	3,9	4,9	8,0
Allgemeine Aussage	5,0	6,8	3,9	9,4	3,8	3,9	5,2	6,6
Zusammenarbeit	1,4	2,0	1,1	2,0	1,9	1,8	0,8	1,4

Tab. C.16: Prozentuale Verteilung der Schüleraussagen auf die Frage, was ihnen gefallen hat, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen. Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen von über fünf Prozentpunkten sind fett hervorgehoben.

„Gibt es etwas Besonderes, das Sie heute gelernt haben?“

<i>Gelernt</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
Thema allgemein	55,7	54,3	56,7	54,7	54,0	59,1	53,2	56,3
Pos. allgem. Aussage	9,1	10,1	8,4	12,9	7,2	9,7	10,7	8,0
Thema konkret	8,8	9,7	8,1	9,4	10,1	6,1	8,3	9,8
Neg. allgem. Aussage	6,7	7,9	5,7	11,5	4,3	5,7	6,8	8,6
Wissenschaft	6,2	7,6	5,2	7,9	7,2	6,5	7,3	4,6
Sonstiges	3,9	2,2	5,2	0,7	3,6	3,2	4,4	4,0
Interesse	3,6	4,3	3,1	0,0	8,6	4,0	3,4	3,4
Experimentierfähigkeiten	3,0	0,4	5,0	0,0	0,7	1,6	4,4	2,3
Alltag	3,0	3,6	2,6	2,9	4,3	4,0	1,5	2,9

Tab. C.17: Prozentuale Verteilung der Schüleraussagen auf die Frage, was sie gelernt haben, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen. Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen von über fünf Prozentpunkten sind fett hervorgehoben.

„Was haben Sie am heutigen Besuch des Labors vermisst?“

<i>Vermisst</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
Volle Zufriedenheit	26,1	33,6	20,7	30,9	36,7	32,6	21,6	25,5
Experimente	16,3	14,2	17,9	12,2	16,5	14,0	19,6	16,3
Offenheit / Herausford.	11,1	12,9	9,7	13,8	11,9	7,8	12,4	9,9
Rahmenbedingungen	11,1	9,5	12,2	9,8	9,2	9,8	10,3	14,9
Forschungseinrichtung	7,8	4,3	10,3	4,9	3,7	8,8	8,8	5,0
Zeit	6,7	5,2	7,8	5,7	4,6	8,3	8,2	2,1
Kein Bezug zum Labor	6,5	6,0	6,9	8,1	3,7	5,7	7,7	5,7
Erklärungen	5,6	3,9	6,9	3,3	4,6	5,7	4,6	7,1
Sonstiges	4,9	4,7	5,0	4,9	4,6	5,2	4,1	5,7
Spannung / Spaß	3,8	5,6	2,5	6,5	4,6	2,1	2,6	7,8

Tab. C.18: Prozentuale Verteilung der Schüleraussagen auf die Frage, was sie vermisst haben, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen. Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen von über fünf Prozentpunkten sind fett hervorgehoben.

Begründungen für einen weiteren Laborbesuch

<i>Wiederholung erwünscht</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
Interessant (Labor)	29,7	28,8	30,3	30,9	26,2	31,2	30,1	28,2
Allgemein pos.	26,7	34,6	21,7	36,2	32,6	25,9	29,3	23,4
Lernerfolg pos.	11,2	11,6	11,0	9,7	14,0	11,3	11,3	12,4
Sonstiges pos.	10,0	8,2	11,2	8,2	8,1	10,7	9,6	7,7
Ergänz. z. Schule pos.	7,9	6,6	8,8	5,8	7,6	7,6	5,7	11,0
Betreuung / Atmo. pos.	7,1	6,1	7,8	4,8	7,6	5,8	6,9	10,0
Neuigkeitswert pos.	5,5	2,9	7,1	3,4	2,3	6,5	5,4	4,3
Interessant (Naturwiss.)	1,8	1,3	2,0	1,0	1,7	1,0	1,8	2,9

Tab. C.19: Prozentuale Verteilung der Begründungen für einen weiteren Besuch des Schülerlabors, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen. Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen von über fünf Prozentpunkten sind fett hervorgehoben.

Begründungen gegen einen weiteren Laborbesuch

<i>Wiederholung unerw.</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
Uninteressant (Labor)	8,1	10,8	5,4	15,4	8,3	12,5	5,9	8,1
Allgemein neg.	25,7	27,0	24,3	38,5	20,8	31,3	29,4	24,3
Lernerfolg neg.	6,8	2,7	10,8	7,7	0,0	6,3	11,8	2,7
Sonstiges	1,4	2,7	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	2,7
Betreuung / Atmo. neg.	8,1	8,1	8,1	0,0	12,5	6,3	11,8	8,1
Neuigkeitswert neg.	27,0	16,2	37,8	23,1	12,5	18,8	41,2	21,6
Uninteressant (Naturw.)	23,0	32,4	13,5	7,7	45,8	25,0	0,0	32,4

Tab. C.20: Prozentuale Verteilung der Begründungen gegen einen weiteren Besuch des Schülerlabors, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen. Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen von über fünf Prozentpunkten sind fett hervorgehoben.

Weitere Einflüsse der Schülerlabore (zu 8.1.3)

Intendierte und manifestierte Handlungen aus Interesse

<i>Handlungen aus Interesse</i>	Intendiert (T2)		Manifestiert (T3)	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Gesamtstichprobe	0,47	0,21	0,42	0,21
Mittelstufe	0,43	0,21	0,39	0,22
Oberstufe	0,50	0,21	0,44	0,20
Männlich	0,46	0,21	0,41	0,22
Weiblich	0,41	0,21	0,36	0,22
Gruppe M	0,51	0,20	0,45	0,19
Gruppe H	0,52	0,22	0,48	0,20
Gruppe T	0,36	0,19	0,30	0,20

Tab. C.21: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der intendierten und manifestierten Handlungen aus Interesse, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

„Ich habe [...] mehr Zusammenhänge verstanden als an einem [...] Schultag“

<i>Mehr verstanden als an einem Schultag (in %)</i>	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
stimmt gar nicht	2,0	2,4	1,8	1,8	3,0	1,5	3,3	1,6
stimmt wenig	6,4	5,1	7,4	6,1	3,7	5,3	8,8	4,2
stimmt teilweise	23,9	20,2	26,4	16,0	25,4	24,2	21,8	23,3
stimmt ziemlich	30,6	30,6	30,6	30,1	31,3	29,9	27,6	35,4
stimmt völlig	37,0	41,8	33,8	46,0	36,6	39,0	38,5	35,4
\bar{X}	0,74	0,76	0,72	0,78	0,74	0,75	0,72	0,75
σ	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,28	0,24

Tab. C.22: Prozentuale Verteilungen der Antworten, Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ bezüglich der Feststellung „Ich habe heute mehr Zusammenhänge verstanden als an einem normalen Schultag“, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

„Der Besuch [...] hat mein Interesse am Physikunterricht vergrößert“

Steigerung des Fachinteresses in % (T2)	Ges.-stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
stimmt gar nicht	16,7	14,2	18,4	12,9	15,8	11,4	12,9	29,8
stimmt wenig	20,0	21,3	19,1	16,0	27,8	20,5	16,3	23,4
stimmt teilweise	34,3	36,1	33,1	35,0	37,6	42,2	25,8	34,6
stimmt ziemlich	20,7	20,3	20,9	25,2	14,3	19,8	30,4	9,6
stimmt völlig	8,3	8,1	8,5	11,0	4,5	6,1	14,6	2,7
\bar{X}	0,46	0,47	0,46	0,51	0,41	0,47	0,54	0,33
σ	0,29	0,28	0,30	0,29	0,26	0,26	0,31	0,27

Steigerung des Fachinteresses in % (T3)	Ges.-stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe		
		I	II	♂	♀	M	H	T
stimmt gar nicht	25,3	26,2	24,8	21,3	32,1	18,6	25,1	36,8
stimmt wenig	27,7	25,5	29,2	17,5	35,1	17,9	18,6	25,1
stimmt teilweise	27,8	28,6	27,3	33,8	22,4	30,8	28,9	19,7
stimmt ziemlich	15,3	15,0	15,5	20,0	9,0	15,6	21,8	6,5
stimmt völlig	3,9	4,8	3,2	7,5	1,5	2,7	7,9	0,5
\bar{X}	0,36	0,37	0,36	0,44	0,28	0,39	0,42	0,25
σ	0,28	0,29	0,28	0,30	0,25	0,26	0,32	0,24

Tab. C.23: Prozentuale Verteilungen der Antworten, Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ bezüglich der Feststellung „Der Besuch des Schülerlabors hat mein Interesse am Physikunterricht vergrößert“ (oben T2, unten T3), getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern und den Interessengruppen.

Untersuchungen mit Bezug zum Schulunterricht (zu 8.2)

Un-/beliebtheit naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer

Un-/beliebte Fächer in %	Beliebt		Unbeliebt		Ranking ♀	Ranking	
	♂	♀	♂	♀		♂	♀
Sport	24,3	16,7	2,4	3,2	1	1	1
Mathematik	18,4	12,5	5,8	14,7	2	2	9
Biologie	6,5	8,2	4,1	2,8	3	4	3
Englisch	6,8	14,4	8,8	9,9	4	7	5
Kunst	4,5	10,5	9,8	3,6	5	8	2
Geschichte	7,4	4,7	5,8	5,2	6	5	7
Chemie	6,8	5,4	6,8	7,5	7	6	8
Deutsch	1,3	9,7	10,5	4,4	8	9	4
Physik	12,0	0,8	4,1	17,1	9	3	11
Musik	1,6	4,3	11,2	4,0	10	10	6
Französisch	0,6	5,1	12,9	9,1	11	11	10
Sonstige	9,7	7,8	18,0	18,7	-/-	-/-	-/-

Tab. C.24: Prozentuale Verteilungen der jeweils zwei genannten un-/beliebtesten Schulfächer, getrennt nach den Geschlechtern und auf 100% normiert.

Vorbereitung der Schülerlaborveranstaltungen im Unterricht

Vorbereitung in %	Unterricht			Hausaufgaben etc.			Freiwillig		
	Ges.- st.pr.	Sek.		Ges.- st.pr.	Sek.		Ges.- st.pr.	Sek.	
		I	II		I	II		I	II
trifft nicht zu	59,7	59,7	59,6	67,6	67,8	67,4	68,8	70,5	67,7
trifft eher nicht zu	26,3	24,8	27,3	22,5	24,2	21,3	22,3	20,1	23,9
teils-teils	10,5	11,7	9,6	7,8	6,4	8,7	6,1	7,0	5,5
trifft eher zu	3,1	3,0	3,2	1,9	1,7	2,1	1,8	1,7	1,8
trifft völlig zu	0,4	0,7	0,2	0,3	0,0	0,5	1,0	0,7	1,1
\bar{X}	0,15	0,15	0,14	0,11	0,10	0,12	0,11	0,10	0,11
σ	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17	0,19	0,19	0,19	0,19

Tab. C.25: Prozentuale Verteilungen der Antworten, Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ auf die Fragen nach der Vorbereitung des Laborbesuchs im Unterricht, in Form von Hausaufgaben etc. und freiwillig, getrennt nach der Gesamtstichprobe und den Schulstufen.

„Ich wurde [...] ausreichend auf [...] die Experimente vorbereitet“

Ausreichend in %	Ges.- stichpr.	Sek.		Geschl.		Interessengruppe			Vorbereitet		
		I	II	♂	♀	M	H	T	-	+	
stimmt ...											
gar nicht	34,2	39,3	30,7	40,2	38,1	35,0	31,4	45,3	47,4	21,3	
wenig	29,6	30,5	28,9	28,7	32,8	29,5	28,8	30,0	24,5	34,5	
teilweise	20,3	17,4	22,2	16,5	18,7	22,7	20,4	17,9	16,5	24,0	
ziemlich	10,2	8,4	11,5	8,5	8,2	11,0	13,3	5,3	7,2	13,2	
völlig	5,7	4,4	6,7	6,1	2,2	5,3	9,2	1,6	4,4	7,0	
\bar{X}	0,31	0,27	0,34	0,28	0,26	0,32	0,37	0,22	0,24	0,38	
σ	0,30	0,28	0,30	0,30	0,26	0,29	0,32	0,25	0,29	0,29	

Tab. C.26: Prozentuale Verteilung der Antworten, Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ bezüglich der Feststellung „Ich wurde im Unterricht ausreichend auf den heutigen Besuch und die durchgeführten Experimente vorbereitet“, getrennt nach der Gesamtstichprobe, den Schulstufen, den Geschlechtern, den Interessengruppen und den mehr (+) und weniger (-) vorbereiteten Gruppen.

Nachbereitung der Schülerlaborveranstaltungen im Unterricht

Nachbe- reitung in %	Labor / Institution			Experimente			Thema		
	Ges.- stichpr.	Sek.		Ges.- stichpr.	Sek.		Ges.- stichpr.	Sek.	
		I	II		I	II		I	II
gar nicht	19,8	21,2	18,8	20,1	22,6	18,3	37,5	41,9	34,5
wenig	32,9	35,0	31,4	36,6	34,1	38,3	33,1	27,0	37,2
teilweise	29,9	26,6	32,1	27,0	25,7	28,0	20,0	20,9	19,3
ziemlich	15,0	14,1	15,6	12,4	13,5	11,7	7,1	7,1	7,1
sehr	2,5	3,0	2,1	3,8	4,1	3,7	2,3	3,0	1,8
\bar{X}	0,37	0,36	0,38	0,36	0,36	0,36	0,26	0,26	0,26
σ	0,26	0,27	0,26	0,27	0,28	0,26	0,26	0,27	0,25

Tab. C.27: Häufigkeitsverteilung der Antworten auf die Fragen nach der Nachbereitung des Laborbesuchs im Unterricht durch Gespräche über das Labor und die betreibende Einrichtung, die Experimente sowie das Thema, getrennt nach der Gesamtstichprobe und den Schulstufen.

Entwicklung der mehrmals erhobenen Skalen abhängig von der Nachbereitung

Skalenwerte getr. nach Gruppen mit mehr (+) und weniger (-) Nachbereitung im Unterricht			Nachbereitung				Effekt- stärke d
			-		+		
			\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
Akt. Int.	Emotionale K.	T2	0,81	0,16	0,83	0,15	0,14 ^{ns}
		T3	0,76	0,20	0,81	0,18	0,25
	Wertbezogene K.	T2	0,72	0,17	0,77	0,15	0,30
		T3	0,70	0,18	0,77	0,17	0,36
	Epistemische K.	T2	0,49	0,20	0,54	0,19	0,24
		T3	0,46	0,20	0,51	0,21	0,25
Sachint.	Naturwissensch.	T1	0,59	0,20	0,58	0,19	-0,09 ^{ns}
		T3	0,59	0,21	0,58	0,20	-0,01 ^{ns}
	Experimentieren	T1	0,58	0,23	0,60	0,22	0,09 ^{ns}
		T3	0,55	0,23	0,58	0,23	0,13 ^{ns}
	Fähigkeitsselbstkonzept	T1	0,68	0,19	0,66	0,18	-0,12 ^{ns}
		T2	0,71	0,18	0,69	0,20	-0,12 ^{ns}
T3		0,69	0,20	0,69	0,20	-0,02 ^{ns}	

Tab. C.28: Mittelwerte \bar{X} und Standardabweichungen σ der mehrmals erhobenen Skalen, getrennt nach den mehr (+) und weniger (-) im Unterricht nachbereiteten Veranstaltungen ($N_{-/+}=321/413$). Zusätzlich sind die Effektstärken d angegeben.

Anhang D

Fragebögen, Begleitschreiben und Evaluations-Manual

D.1 Fragebogen T1 (vor der Veranstaltung)

Sehr geehrte Schülerin, sehr geehrter Schüler,

Sie besuchen heute ein Schülerlabor, das gegenwärtig vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel untersucht wird. Das Ziel dieser unabhängigen wissenschaftlichen Studie ist die Qualitätssicherung und Weiterentwicklung von außerschulischen Bildungseinrichtungen wie diesem Schülerlabor. Und dafür benötigen wir ihre Hilfe! Bei dem folgenden Fragebogen handelt es sich nicht um einen Test über Ihr Wissen oder um eine Klassenarbeit: Es gibt keine falschen Antworten!

Bitte lesen Sie jede Frage sorgfältig durch und antworten Sie möglichst genau beziehungsweise geben Sie die Antworten, die Ihnen am passendsten erscheinen!

Machen Sie als Antwort ein Kreuz in die Kreise oder schreiben Sie ihre Antwort in die dafür vorgesehenen Zeilen.

Im Anschluss an den Besuch des Schülerlabors werden Sie ein weiteres Mal befragt. Alle Fragebögen bleiben anonym, aber sie müssen für die Auswertung eindeutig einander zugeordnet werden können. Damit dies möglich ist, erhält jede befragte Person einen Erkennungscode. Füllen Sie diesen bitte zunächst aus:

Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter	In welchem Monat sind Sie geboren? (bitte einkreisen)	In welchem Jahr sind Sie geboren?	Sie sind ...
1. _____ 2. _____	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12	19 _____	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich

Für Rückfragen zu dieser Untersuchung stehe ich Ihnen gerne unter der angeführten Adresse zur Verfügung. Vielen Dank im Voraus für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften
Olshausenstraße 62
D-24098 Kiel
Tel.: 0431 / 880 - 2630

Fragebogen zu Ihrer Person

Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen für Sie zutreffen.

1) Interesse an den Naturwissenschaften

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
1.1)	Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	1,9%	6,7%	40,4%	34,7%	16,4%
1.2)	Bei naturwissenschaftlichen Sendungen im Fernsehen schalte ich immer aus oder um.	14,3%	39,1%	33,4%	11,3%	1,9%
1.3)	Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	11,2%	31,5%	31,2%	20,7%	5,4%
1.4)	Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.	18,0%	36,0%	22,3%	18,5%	5,2%
1.5)	Ich finde es wichtig, mich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen.	4,9%	19,1%	31,7%	32,1%	12,3%
1.6)	Naturwissenschaftliche Artikel finde ich völlig uninteressant.	28,7%	37,9%	21,9%	9,2%	2,3%
1.7)	Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit verfliegt.	12,6%	18,4%	31,3%	24,6%	13,2%
1.8)	In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über naturwissenschaftliche Phänomene nachzudenken.	11,2%	21,8%	31,7%	22,5%	12,8%
1.9)	Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, auch Freizeit dafür zu verwenden.	12,5%	26,9%	32,2%	18,9%	9,5%
1.10)	Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß.	46,2%	32,2%	14,7%	5,1%	1,9%
1.11)	Wo lesen, sehen oder hören Sie regelmäßig allgemein verständliche naturwissenschaftliche Berichte? (Mehrfachnennungen möglich)	86,6% Fernsehen 45,2% Magazine 8,6% Hörfunk 27,6% Bücher 44,4% Internet 41,5% Zeitung 4,5% Nirgends				
1.12)	Wie lange beschäftigen Sie sich freiwillig in Ihrer Freizeit mit naturwissenschaftlichen Themen?	Durchschnittlich ca. _____ Stunden pro Woche				

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

1.13) Im Vergleich zu meinen Mitschüler/innen beschäftige ich mich über das normale Maß hinaus mit folgendem Bereich

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	teils teils	trifft eher zu	trifft völlig zu
↳ <i>Mathematisch-naturwissenschaftlicher Bereich</i>	21,5%	19,9%	24,8%	23,3%	10,4%
↳ <i>Gesellschaftlich-politischer Bereich</i>	20,1%	26,3%	23,6%	21,6%	8,4%
↳ <i>Künstlerisch-musischer Bereich</i>	24,5%	17,3%	17,0%	21,2%	20,1%
↳ <i>Philosophischer Bereich</i>	36,0%	23,2%	19,7%	15,5%	5,6%
↳ <i>Handwerklicher Bereich</i>	22,3%	22,5%	26,0%	19,7%	9,6%
↳ <i>Sprachlicher Bereich</i>	16,8%	23,6%	27,5%	20,1%	12,0%
↳ <i>Technischer Bereich</i>	17,1%	20,8%	24,1%	26,1%	12,0%
↳ <i>Sozialer Bereich</i>	9,9%	19,6%	34,2%	25,9%	10,4%

2) Wie schätzen Sie sich selbst ein?

	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
2.1) Mich würden Naturwissenschaften bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.	16,0%	26,2%	16,0%	14,9%	9,3%
2.2) Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	24,7%	35,5%	26,5%	10,0%	3,3%
2.3) Das Lernen der naturwissenschaftlichen Theorien fällt mir leicht.	5,4%	20,4%	34,3%	30,0%	9,8%
2.4) Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften habe ich einfach keine Begabung.	35,4%	34,6%	20,3%	6,9%	2,7%
2.5) Bei manchen Sachen in den Naturwissenschaften, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: „Das verstehe ich nie“.	42,3%	31,4%	16,1%	6,1%	4,0%
2.6) Anhand anschaulicher Experimente verstehe ich auch komplizierte naturwissenschaftliche Theorien.	1,9%	8,6%	36,3%	38,7%	14,5%
2.7) Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	33,4%	31,9%	22,2%	9,0%	3,5%
2.8) Für das Durchführen von Experimenten habe ich kein Händchen.	27,5%	46,2%	18,1%	6,2%	2,1%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

3) Fragen zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht

3.1) Der Unterricht bringt mir Spaß im Fach ...	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
➔ Chemie	14,9%	15,7%	26,3%	26,3%	16,7%
➔ Biologie	10,9%	14,3%	25,7%	29,9%	19,2%
➔ Physik	12,5%	15,9%	25,6%	24,9%	21,1%
➔ Mathematik	10,9%	12,0%	24,6%	27,4%	25,1%

3.2) Ich komme im Unterricht gut mit im Fach ...	stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
➔ Chemie	12,0%	10,9%	25,5%	31,9%	19,7%
➔ Biologie	6,0%	8,2%	21,5%	40,2%	24,1%
➔ Physik	8,3%	12,8%	29,1%	31,5%	18,2%
➔ Mathematik	4,5%	11,7%	23,5%	32,5%	27,8%

3.3) Wie oft werden im Unterricht Experimente in kleinen Gruppen von Ihnen und Ihren Mitschülerinnen und -schülern durchgeführt?	nie	eher selten	hin und wieder	eher oft	sehr oft
	6,8%	31,2%	42,0%	17,7%	2,2%

3.4) Welche Note haben Sie im letzten Zeugnis in den angeführten Fächern?

Chemie
Biologie
Physik
Mathe

3.5) Wie viele Stunden Physikunterricht haben Sie?
 0:10,0%; 1:3,1%; 2: 46,1%; 3: 18,9%; 4: 4,5%; 5: 17,0%; >6: 0,4% Schulstunden in der Woche

3.6) Ihre beiden Lieblingsfächer in der Schule sind: 1. _____ 2. _____

3.7) Welche beiden Schulfächer mögen Sie am wenigsten?
 1. _____ 2. _____

4) Interesse am Experimentieren

4.1) Haben Sie im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich ein Hobby? 76% **Nein** 24% **Ja, und zwar** _____

4.2) Wie oft experimentieren bzw. basteln Sie in Ihrer Freizeit im Bereich ...	nie	eher selten	hin und wieder	eher oft	sehr oft
➔ Biologie	57,7%	29,1%	10,7%	1,9%	0,5%
➔ Chemie	59,8%	24,5%	12,3%	2,7%	0,7%
➔ Physik	48,0%	27,5%	16,9%	6,3%	1,4%
➔ Technik	31,3%	21,4%	25,5%	14,5%	7,2%

4.3) Haben Sie an einer Arbeitsgemeinschaft im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich oder an einem Wettbewerb wie z.B. „Jugend forscht“ teilgenommen?

Nein
Ja, an einer Arbeitsgemeinschaft
Ja, an einem Wettbewerb

SO, GESCHAFFT! HERZLICHEN DANK FÜR IHRE MITARBEIT!

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.2 Fragebogen T2 (nach der Veranstaltung)

Sehr geehrte Schülerin, sehr geehrter Schüler,

mit diesem zweiten Fragebogen möchte das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel ihre Meinung zu dem heute besuchten Schülerlabor kennen lernen. Das Ziel dieser unabhängigen wissenschaftlichen Untersuchung ist die Qualitätssicherung und Weiterentwicklung von außerschulischen Bildungseinrichtungen wie diesem Schülerlabor. Und dafür benötigen wir ihre Hilfe! Bei diesem Fragebogen handelt es sich wie schon beim Ersten nicht um einen Test über Ihr Wissen oder um eine Klassenarbeit: Es gibt wieder keine falschen Antworten!

Bitte lesen Sie jede Frage sorgfältig durch und antworten Sie möglichst genau beziehungsweise geben Sie die Antworten, die Ihnen am passendsten erscheinen!

Machen Sie als Antwort ein Kreuz in die Kreise oder schreiben Sie ihre Antwort in die dafür vorgesehenen Zeilen.

Wir planen Sie in 6-8 Wochen noch ein letztes Mal zu befragen. Alle drei von Ihnen ausgefüllte Fragebögen bleiben anonym, müssen aber für die Auswertung eindeutig einander zugeordnet werden können. Damit dies möglich ist, erhält jede befragte Person einen Erkennungscode. Füllen Sie diesen wieder als erstes aus:

Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter	In welchem Monat sind Sie geboren? (bitte einkreisen)	In welchem Jahr sind Sie geboren?	Sie sind ...
1. _____ 2. _____	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12	19____	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich

Für Rückfragen zu dieser Untersuchung stehe ich Ihnen gerne unter der angeführten Adresse zur Verfügung. Vielen Dank im Voraus für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

Christoph Pawek

Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften
Christoph Pawek
Olshausenstraße 62
D-24098 Kiel
Tel.: 0431 / 880 - 2630

D.2 Fragebogen T2 (nach der Veranstaltung)

1) Fragen über die Vorbereitung des heutigen Laborbesuchs						
Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen für Sie zutreffen.		trifft überhaupt nicht zu	trifft eher nicht zu	teils teils	trifft eher zu	trifft völlig zu
1.1)	Ich habe mich im Unterricht intensiv auf den heutigen Besuch dieses Schülerlabors vorbereitet?	59,7%	26,3%	10,5%	3,1%	0,4%
1.2)	Ich habe mich außerhalb der Schulstunden intensiv in Form von Hausaufgaben, Hausarbeiten usw. mit dem Thema und den Experimenten des Schülerlabors beschäftigt?	67,6%	22,5%	7,8%	1,9%	0,3%
1.3)	Ich habe mich freiwillig intensiv auf das Thema und die Experimente dieses Schülerlabors vorbereitet.	68,8%	22,3%	6,1%	1,8%	1,0%
2) Fragen zum Besuch des Schülerlabors						
Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen für Sie zutreffen.		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
2.1)	Ich wurde im Unterricht ausreichend auf den heutigen Besuch und die durchgeführten Experimente vorbereitet.	34,2%	29,6%	20,3%	10,2%	5,7%
2.2)	Ich habe während des Experimentierens gut mit meinen Mitschülerinnen und Mitschülern im Team zusammengearbeitet.	1,2%	3,4%	15,3%	34,5%	45,6%
2.3)	Ich habe während der Experimente meinen Mitschülerinnen / Mitschülern etwas erklärt oder mir ist von ihnen etwas erklärt worden.	8,1%	14,5%	30,1%	25,9%	21,5%
2.4)	Ich habe während des Experimentierens mit meinen Mitschülerinnen und Mitschülern über naturwissenschaftliche Sachverhalte diskutiert.	11,7%	23,6%	27,8%	21,0%	15,8%
2.5)	Die Experimente waren eine Herausforderung für mich.	10,7%	29,1%	35,1%	18,2%	7,0%
2.6)	Ich habe mich beim Experimentieren angestrengt.	9,0%	17,1%	26,2%	31,1%	16,6%
2.7)	Ich hatte genügend Kenntnisse, um die Experimente erfolgreich durchzuführen.	2,3%	8,2%	29,8%	37,3%	22,4%
2.8)	Während des Experimentierens habe ich über das Experiment nachgedacht.	1,5%	4,4%	15,6%	44,0%	34,5%
2.9)	Die Schwierigkeit der Experimente war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.	1,8%	7,6%	25,1%	36,4%	29,2%
2.10)	Ich konnte die Aufgaben, die mir heute gestellt wurden, gut bewältigen.	0,4%	2,3%	12,7%	44,1%	40,4%
2.11)	Ich habe die Anleitungen zum Experimentieren gut verstanden.	0,5%	1,5%	10,1%	40,1%	47,7%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen für Sie zutreffen.		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
2.12)	Das Ziel der Experimente war mir von Anfang an klar.	3,4%	14,9%	33,1%	34,6%	14,1%
2.13)	Während des Experimentierens hatte ich keine Möglichkeit, eigene Ideen auszuprobieren.	21,2%	37,2%	24,2%	12,4%	5,1%
2.14)	Der Ablauf der Experimente war fest vorgegeben und ich konnte keine eigenen Entscheidungen treffen.	21,1%	31,5%	25,4%	14,2%	7,8%
2.15)	Während des Experimentierens hatte ich das Gefühl, nichts selber bestimmen zu können.	28,8%	37,5%	19,4%	10,9%	3,4%
2.16)	Ich konnte einen Zusammenhang der durchgeführten Experimente mit der aktuellen Forschung im DLR erkennen.	4,5%	10,7%	30,7%	34,4%	19,6%
2.17)	Ich konnte eine Bedeutung der durchgeführten Experimente für das alltägliche Leben erkennen.	3,0%	10,5%	21,0%	36,7%	28,8%
2.18)	Ich hatte die Möglichkeit, den Betreuern des Schülerlabors Fragen zu stellen.	0,5%	1,5%	3,0%	17,9%	77,1%
2.19)	Ich habe das Gefühl, dass die Betreuer von Naturwissenschaften/Technik fasziniert sind.	0,4%	1,9%	8,5%	37,2%	52,0%
2.20)	Ich habe heute mehr Zusammenhänge verstanden als an einem normalen Schultag.	2,0%	6,4%	23,9%	30,6%	37,0%
2.21)	Ich habe heute einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern bekommen.	3,0%	12,8%	29,0%	35,8%	19,3%
2.22)	Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.	1,4%	9,7%	32,7%	38,9%	17,4%
2.23)	Ich habe heute etwas über die Ziele naturwissenschaftlicher Forschung gelernt.	1,1%	5,3%	22,9%	46,9%	23,7%
2.24)	Ich habe einen Eindruck über die Bedeutung der Forschung für mein alltägliches Leben bekommen.	1,5%	10,6%	27,1%	41,6%	19,2%
2.25)	Ich habe heute etwas über die Forschungsarbeit des DLR gelernt.	1,5%	4,8%	20,7%	46,2%	26,8%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.2 Fragebogen T2 (nach der Veranstaltung)

2.26)	Wie bewerten Sie die Dauer des ganzen Laborbesuchs?	zu kurz 6,3%	etwas kurz 18,8%	ausreichend 59,5%	etwas lang 12,2%	zu lang 3,2%	
2.27)	Würden Sie gerne das Schülerlabor zu einem anderen Thema oder Experiment ein weiteres Mal besuchen?	ja 93,2%			nein 6,8%		
2.28)	Geben Sie dem Schülerlabor eine Note:	1 21,9%	2 65,9%	3 11,5%	4 0,7%	5 0%	6 0%

2.29) Was hat Ihnen am Besuch des Labors am besten gefallen ?

2.30) Gibt es etwas Besonderes, dass Sie heute gelernt haben?

2.31) Was haben Sie am heutigen Besuch des Labors vermisst ?

3) Fragen bezüglich Ihrer Arbeitsgruppe

3.1) Aus wie vielen Leuten bestand Ihre Arbeitsgruppe, mit der Sie die Experimente durchgeführt haben?

Wir waren ___ Leute im Team,
davon ___ weiblich und ___ männlich.

3.2) Bitte bewerten Sie ehrlich und selbstkritisch ihren Einsatz beim Experimentieren.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
➡	Beim Planen bzw. Aufbauen der Experimente war ich stark beteiligt.	7,2%	13,1%	33,8%	33,4%	12,5%
➡	Bei der Durchführung der Experimente war ich stark beteiligt.	1,5%	6,8%	26,3%	43,8%	21,6%
➡	Beim Suchen und Finden der Erklärungen für die Ergebnisse der Versuche war ich stark beteiligt.	1,4%	10,6%	30,5%	39,8%	17,8%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

4) Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Behauptungen über Ihren Aufenthalt im Labor. Geben Sie bitte an, inwieweit die aufgeführten Behauptungen Ihrer Meinung nach stimmen.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
4.1)	Beim Experimentieren wurde ich zum Nachdenken angeregt.	0,7%	5,0%	21,7%	48,7%	23,9%
4.2)	Die Versuchsaufbauten waren zu kompliziert.	40,4%	45,7%	11,2%	2,3%	0,4%
4.3)	Die Suche nach den Erklärungen für die Experimente hat Spaß gebracht.	1,4%	7,4%	30,3%	41,9%	19,1%
4.4)	Ich werde mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen, die ich im Schülerlabor erlebt habe.	6,0%	16,6%	26,4%	26,9%	24,1%
4.5)	Beim Experimentieren bin ich auf neue Ideen gekommen.	9,5%	24,7%	32,3%	22,4%	11,1%
4.6)	Der Bezug der Experimente zu anderen naturwissenschaftlichen Gebieten war mir wichtig.	7,1%	20,9%	36,7%	26,9%	8,3%
4.7)	Die Arbeit mit Geräten, die auch in der Forschung verwendet werden, brachte mir keinen Spaß.	47,4%	37,1%	9,9%	3,8%	1,8%
4.8)	Ich werde in Büchern nachschlagen, um mehr Informationen über das im Schülerlabor behandelte Thema zu bekommen.	28,6%	34,6%	27,2%	7,5%	2,0%
4.9)	Der Bezug der Experimente zum Alltag war mir wichtig.	4,6%	11,7%	27,7%	37,9%	18,1%
4.10)	Das eigenständige Experimentieren war mir wichtig.	1,4%	5,6%	15,3%	40,5%	37,2%
4.11)	Ich würde gerne mehr über die Experimente lernen, die wir im Schülerlabor durchgeführt haben.	3,3%	16,0%	37,4%	29,4%	13,9%
4.12)	Das Finden der Erklärungen für die Experimente war eine Herausforderung.	4,8%	17,5%	43,1%	25,8%	8,9%
4.13)	Die Experimente waren für mich interessant.	0,8%	2,6%	14,5%	42,2%	40,0%
4.14)	Ich könnte mir vorstellen eines Tages einer beruflichen Tätigkeit im naturwissenschaftlichen Bereich nachzugehen.	15,8%	19,9%	24,6%	18,1%	21,6%
4.15)	Die Experimente haben mir keinen Spaß gemacht.	69,7%	20,2%	6,6%	2,7%	0,8%
4.16)	Die Gespräche mit den Betreuern waren mir wichtig.	1,4%	7,2%	27,4%	40,9%	23,1%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.2 Fragebogen T2 (nach der Veranstaltung)

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
4.17)	Dass wir heute Experimente durchgeführt haben, erscheint mir sinnvoll.	0,8%	2,6%	10,5%	39,6%	46,4%
4.18)	Fehler beim Experimentieren oder falsche Erklärungsansätze hatten keine Nachteile zur Folge.	4,1%	8,3%	21,9%	34,3%	31,5%
4.19)	Beim Experimentieren ist die Zeit sehr langsam vergangen.	42,5%	33,1%	15,4%	5,3%	3,7%
4.20)	Der Besuch des Schülerlabors hat mein Interesse am Physikunterricht vergrößert.	16,7%	20,0%	34,3%	20,7%	8,3%
4.21)	Dass wir heute Experimente durchgeführt haben, ist mir persönlich wichtig.	3,4%	10,7%	22,6%	36,5%	26,8%
4.22)	Solche Experimente, wie wir sie im Schülerlabor durchgeführt haben, würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten.	17,7%	29,5%	28,2%	15,6%	9,0%
4.23)	Die Zusammenarbeit mit den Mitschülerinnen bzw. Schülern war mir wichtig.	2,5%	5,6%	22,2%	42,4%	27,3%
4.24)	Die Arbeitsatmosphäre während des Experimentierens fand ich gut.	0,5%	2,0%	9,3%	35,1%	53,0%
4.25)	Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unseren Alltag gelernt.	2,0%	5,9%	25,8%	39,6%	26,6%
4.26)	Die Durchführung der Experimente war langweilig.	58,6%	27,4%	10,8%	2,3%	0,8%
4.27)	Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unsere Gesellschaft gelernt.	3,4%	11,2%	31,3%	36,4%	17,7%
4.28)	Beim Experimentieren habe ich mich nicht wohl gefühlt.	61,6%	21,5%	6,8%	5,1%	5,1%
4.29)	Ich werde außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir im Schülerlabor gesehen oder angesprochen haben.	8,3%	22,6%	35,7%	23,3%	10,0%
4.30)	Beim Experimentieren habe ich interessante Anregungen erhalten.	4,6%	15,2%	37,2%	32,5%	10,5%
4.31)	Der heutige Besuch ist für mich persönlich von Bedeutung.	6,8%	15,1%	33,0%	30,7%	14,3%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

5) Wie schätzen Sie sich selbst ein?		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
5.1)	Mich würden Naturwissenschaften bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.	21,7%	25,3%	31,6%	13,6%	7,8%
5.2)	Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	28,8%	31,7%	26,9%	9,4%	3,3%
5.3)	Das Lernen der naturwissenschaftlichen Theorien fällt mir leicht.	4,8%	17,0%	29,2%	33,0%	16,1%
5.4)	Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften habe ich einfach keine Begabung.	39,0%	30,9%	19,8%	6,5%	3,8%
5.5)	Bei manchen Sachen in den Naturwissenschaften, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: „Das verstehe ich nie“.	45,3%	30,3%	16,1%	5,9%	2,5%
5.6)	Anhand anschaulicher Experimente verstehe ich auch komplizierte naturwissenschaftliche Theorien.	1,1%	6,5%	27,4%	43,9%	21,0%
5.7)	Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	38,3%	27,7%	20,8%	7,7%	5,6%
5.8)	Für das Durchführen von Experimenten habe ich kein Händchen.	35,7%	41,6%	16,9%	4,8%	1,1%

**SO, GESCHAFFT!
HERZLICHEN DANK FÜR IHRE MITARBEIT!**

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.3 Fragebogen T3 (sechs bis acht Wochen später)

Sehr geehrte Schülerin, sehr geehrter Schüler,

mit diesem dritten und letzten Fragebogen möchte das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel weitere Informationen im Zusammenhang mit dem Besuch des Schülerlabors erheben. Das Ziel dieser unabhängigen wissenschaftlichen Untersuchung ist die Qualitätssicherung und Weiterentwicklung von außerschulischen Bildungseinrichtungen. Und dafür benötigen wir ihre Hilfe! Auch bei diesem Fragebogen handelt es sich nicht um einen Test über Ihr Wissen oder eine Klassenarbeit:
Es gibt keine falschen Antworten!

Bitte lesen Sie jede Frage sorgfältig durch und antworten Sie möglichst genau beziehungsweise geben Sie die Antworten, die Ihnen am passendsten erscheinen!

Machen Sie als Antwort ein Kreuz in die Kreise oder schreiben Sie ihre Antwort in die dafür vorgesehenen Zeilen.

Auch dieser letzte Fragebogen bleibt anonym. Für die Auswertung müssen jedoch alle drei Fragebögen eindeutig einander zugeordnet werden können. Damit dies möglich ist, erhält jede befragte Person einen Erkennungscode. Füllen Sie diesen bitte zunächst aus:

Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter	In welchem Monat sind Sie geboren? (bitte einkreisen)	In welchem Jahr sind Sie geboren?	Sie sind ...
1. _____ 2. _____	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12	19____	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich

Für Rückfragen zu dieser Untersuchung stehe ich Ihnen gerne unter der angeführten Adresse zur Verfügung. Vielen Dank im Voraus für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

Christoph Pawek

Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften
Christoph Pawek
Olshausenstraße 62
D-24098 Kiel
Tel.: 0431 / 880 - 2630

1) Allgemeine Fragen über Ihr Interesse an den Naturwissenschaften						
Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen für Sie zutreffen.		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
1.1)	Naturwissenschaften bringen mir Spaß.	2,7%	9,1%	34,2%	35,1%	18,8%
1.2)	Bei naturwissenschaftlichen Sendungen im Fernsehen schalte ich immer aus oder um.	17,5%	37,5%	31,9%	9,3%	3,8%
1.3)	Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	11,6%	25,2%	32,3%	25,0%	5,9%
1.4)	Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.	14,5%	36,2%	24,4%	20,1%	4,9%
1.5)	Ich finde es wichtig, mich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu beschäftigen.	4,9%	20,4%	33,1%	31,2%	10,4%
1.6)	Naturwissenschaftliche Artikel finde ich völlig uninteressant.	27,4%	39,8%	21,7%	9,0%	2,0%
1.7)	Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit verfliegt.	14,0%	20,3%	31,6%	24,3%	9,9%
1.8)	In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über naturwissenschaftliche Phänomene nachzudenken.	8,9%	24,8%	33,0%	22,1%	11,2%
1.9)	Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, auch Freizeit dafür zu verwenden.	14,3%	25,9%	35,8%	17,2%	6,9%
1.10)	Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß.	40,7%	35,1%	15,2%	5,8%	3,3%
1.11)	Wo lesen, sehen oder hören Sie regelmäßig allgemein verständliche naturwissenschaftliche Berichte? (Mehrfachnennungen möglich)	86,4% Fernsehen 46,5% Magazine 11,1% Hörfunk 24,6% Bücher 44,6% Internet 43,4% Zeitung 7,1% Nirgends				
1.12)	Wie lange haben Sie sich in den letzten sechs Wochen freiwillig in Ihrer Freizeit mit naturwissenschaftlichen Themen beschäftigt?	Durchschnittlich ca. _____ Stunden pro Woche				

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.3 Fragebogen T3 (sechs bis acht Wochen später)

2) Allgemeine Fragen zum Besuch des Schülerlabors						
2.1)	Würden Sie gerne das Schülerlabor zu einem anderen Thema oder Experiment ein weiteres Mal besuchen?	ja 89,8%	nein 10,2%			
	Bitte begründen Sie Ihre Antwort kurz:					

2.2)	Hat sich durch den Besuch des Schülerlabors Ihre Einstellung zu der im Labor behandelten Naturwissenschaft geändert?	ja 39,8%	nein 60,2%			
3) Was war für Sie am Besuch des Schülerlabors wichtig?						
		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
3.1)	Mir war es wichtig, dass ich im Schülerlabor die Möglichkeit hatte, Experimente durchzuführen.	1,6%	3,7%	11,2%	36,3%	47,2%
3.2)	Mir war es wichtig, dass ich Dinge über Naturwissenschaften gelernt habe.	1,6%	6,7%	23,6%	41,6%	26,5%
3.3)	Mir war es wichtig, dass ich Spaß hatte.	0,7%	1,1%	9,0%	33,9%	55,3%
3.4)	Mir war es wichtig, dass der Unterricht in der Schule ausfiel.	11,4%	20,3%	28,5%	17,3%	22,6%
4) Fragen zum Unterricht nach dem Besuch des Schülerlabors						
		gar nicht	wenig	teilweise	ziemlich	sehr
4.1)	Wie ausführlich hat die Klasse / der Kurs nach dem Besuch des Schülerlabors über das Labor und die Einrichtung, der es angegliedert ist, gesprochen (z.B. welche Aufgaben hat das Labor, welche Aufgabe hat die Einrichtung...)?	19,8%	32,9%	29,9%	15,0%	2,5%
4.2)	Wie ausführlich hat die Klasse / der Kurs nach dem Besuch über die Experimente, die ihr im Schülerlabor durchgeführt habt, im Unterricht gesprochen?	20,1%	36,6%	27,0%	12,4%	3,8%
4.3)	Wie ausführlich hat die Klasse / der Kurs nach dem Besuch an dem Thema, mit dem sich auch die Experimente befasst haben, im Unterricht gearbeitet?	37,5%	33,1%	20,0%	7,1%	2,3%
4.4)	Wie ausführlich haben Sie sich außerhalb der Schulstunden in Form von Hausaufgaben, Hausarbeiten usw. mit dem Thema und den Experimenten des Schülerlabors beschäftigt?	48,1%	29,0%	14,6%	6,3%	2,0%
4.5)	Wie ausführlich haben Sie freiwillig außerhalb der Schulstunden den Besuch des Schülerlabors nachbereitet?	51,0%	26,9%	15,1%	5,5%	1,5%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

5) Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Behauptungen über Ihren Aufenthalt im Labor. Geben Sie bitte an, inwieweit die aufgeführten Behauptungen Ihrer Meinung nach stimmen.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
5.1)	Beim Experimentieren wurde ich zum Nachdenken angeregt.	2,2%	7,8%	24,1%	43,4%	22,5%
5.2)	Die Versuchsaufbauten waren zu kompliziert.	40,5%	43,5%	12,8%	3,0%	0,3%
5.3)	Die Suche nach den Erklärungen für die Experimente hat mir Spaß gebracht.	2,9%	9,4%	25,2%	43,3%	19,3%
5.4)	Ich habe mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge gesprochen, die ich im Schülerlabor erlebt habe.	8,9%	16,5%	25,7%	28,0%	20,9%
5.5)	Beim Experimentieren bin ich auf neue Ideen gekommen.	13,0%	26,2%	30,3%	22,2%	8,2%
5.6)	Der Bezug der Experimente zu anderen naturwissenschaftlichen Gebieten war mir wichtig.	6,4%	21,5%	36,0%	27,0%	9,0%
5.7)	Die Arbeit mit Geräten, die auch in der Forschung verwendet werden, brachte mir keinen Spaß.	47,5%	34,0%	12,7%	4,1%	1,6%
5.8)	Ich habe in Büchern nachgeschlagen, um mehr Informationen über das im Schülerlabor behandelte Thema zu bekommen.	53,9%	28,1%	12,3%	4,5%	1,2%
5.9)	Der Bezug der Experimente zum Alltag war mir wichtig.	6,2%	13,2%	28,5%	33,0%	19,2%
5.10)	Das eigenständige Experimentieren war mir wichtig.	1,5%	7,0%	16,9%	39,5%	35,1%
5.11)	Ich würde gerne mehr über die Experimente lernen, die wir im Schülerlabor durchgeführt haben.	6,7%	20,1%	37,6%	26,9%	8,7%
5.12)	Das Finden der Erklärungen für die Experimente war eine Herausforderung.	6,0%	23,7%	39,7%	20,7%	9,8%
5.13)	Die Experimente waren für mich interessant.	2,2%	5,5%	19,0%	41,5%	31,8%
5.14)	Ich könnte mir vorstellen eines Tages einer beruflichen Tätigkeit im naturwissenschaftlichen Bereich nachzugehen.	18,7%	19,0%	24,4%	19,7%	18,2%
5.15)	Die Experimente haben mir keinen Spaß gemacht.	63,1%	23,2%	8,7%	3,1%	1,8%
5.16)	Die Gespräche mit den Betreuern waren mir wichtig.	3,3%	12,9%	32,7%	35,1%	16,0%
5.17)	Dass wir im Schülerlabor Experimente durchgeführt haben, erscheint mir sinnvoll.	1,4%	3,0%	11,3%	37,8%	46,6%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.3 Fragebogen T3 (sechs bis acht Wochen später)

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
5.18)	Fehler beim Experimentieren oder falsche Erklärungsansätze hatten keine Nachteile zur Folge.	5,2%	13,7%	25,8%	31,2%	24,0%
5.19)	Beim Experimentieren ist die Zeit sehr langsam vergangen.	33,7%	38,4%	18,7%	6,8%	2,3%
5.20)	Der Besuch des Schülerlabors hat mein Interesse am Physikunterricht vergrößert.	25,3%	27,7%	27,8%	15,3%	3,9%
5.21)	Dass wir im Schülerlabor Experimente durchgeführt haben, ist mir persönlich wichtig.	3,5%	10,0%	20,7%	38,1%	27,7%
5.22)	Solche Experimente, wie wir sie im Schülerlabor durchgeführt haben, würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten.	19,4%	26,9%	29,8%	16,1%	7,8%
5.23)	Die Zusammenarbeit mit den Mitschülerinnen bzw. Schülern war mir wichtig.	2,6%	7,0%	23,4%	41,5%	25,4%
5.24)	Die Arbeitsatmosphäre während des Experimentierens fand ich gut.	0,8%	3,0%	13,6%	44,1%	38,5%
5.25)	Ich habe im Schülerlabor etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unseren Alltag gelernt.	3,1%	8,1%	26,3%	42,0%	20,5%
5.26)	Die Durchführung der Experimente war langweilig.	51,2%	30,3%	13,2%	4,0%	1,4%
5.27)	Ich habe im Schülerlabor etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unsere Gesellschaft gelernt.	5,7%	12,8%	34,4%	34,3%	12,7%
5.28)	Beim Experimentieren habe ich mich nicht wohl gefühlt.	56,7%	24,9%	10,2%	5,6%	2,6%
5.29)	Ich habe außerhalb des Unterrichts über Dinge nachgedacht, die wir im Schülerlabor gesehen oder angesprochen haben.	13,3%	22,8%	31,6%	22,7%	9,6%
5.30)	Beim Experimentieren habe ich interessante Anregungen erhalten.	7,5%	23,1%	36,6%	24,9%	7,9%
5.31)	Der Besuch im Schülerlabor ist für mich persönlich von Bedeutung.	9,4%	20,3%	32,6%	26,1%	11,6%

6) Wie schätzen Sie sich selbst ein?

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
6.1)	Mich würden Naturwissenschaften bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.	25,2%	24,9%	29,3%	13,8%	6,9%
6.2)	Obwohl ich mir bestimmt Mühe gebe, fallen mir Naturwissenschaften schwer.	33,6%	30,7%	22,9%	8,0%	4,8%

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

		stimmt gar nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
6.3)	Das Lernen der naturwissenschaftlichen Theorien fällt mir leicht.	6,8%	14,2%	34,2%	31,7%	13,1%
6.4)	Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften habe ich einfach keine Begabung.	39,3%	33,0%	18,6%	5,2%	3,8%
6.5)	Bei manchen Sachen in den Naturwissenschaften, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: „Das verstehe ich nie“.	40,5%	31,2%	19,2%	6,4%	2,6%
6.6)	Anhand anschaulicher Experimente verstehe ich auch komplizierte naturwissenschaftliche Theorien.	2,5%	7,9%	28,9%	38,4%	22,3%
6.7)	Naturwissenschaften liegen mir nicht besonders.	36,9%	30,2%	19,5%	8,1%	5,3%
6.8)	Für das Durchführen von Experimenten habe ich kein Händchen.	32,6%	39,0%	19,5%	5,2%	3,7%

**SO, GESCHAFFT! DIES WAR DER LETZTE FRAGEBOGEN.
NOCHMALS: GANZ HERZLICHEN DANK FÜR IHRE MITARBEIT!**

Die Prozentwerte geben die Antwortverteilung für die Gesamtstichprobe wieder.

D.4 Begleitschreiben an die Lehrer für die 3. Befragung



**Leibniz-Institut
für die Pädagogik
der Naturwissenschaften
an der Universität Kiel**

**Leibniz-Institute
for Science Education**

Christoph Pawek
Lernort Labor
Kompetenzzentrum
Didaktik der Physik

IPN
Olshausenstraße 62
D - 24098 Kiel
Tel.: 0431 / 880 - 26 30
Fax: 0431 / 880 - 32 95
E-Mail: pawek@ipn.uni-kiel.de

IPN, z.Hd. Hr. Pawek, Olshausenstr.62, 24098 Kiel

[REDACTED]
[REDACTED]

Evaluation des DLR_School_Lab [REDACTED]

Kiel, den 18.04.2005

Sehr geehrte Frau [REDACTED].

das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel führt im Auftrag der DLR_School_Labs eine unabhängige wissenschaftliche Untersuchung durch. Das Ziel ist eine Qualitätsanalyse und Weiterentwicklung von außerschulischen Bildungseinrichtungen, wie dem von Ihnen mit einer 9. Klasse besuchten DLR_School_Lab in [REDACTED]. Um dieses Ziel zu erreichen, benötigen wir weiterhin die Mithilfe Ihrer Schülerinnen und Schüler!

Während des Laborbesuchs am 10.03.2005 wurden von den Schülerinnen und Schülern die ersten beiden Fragebögen der Studie ausgefüllt, den angekündigten dritten Fragebogen erhalten Sie mit diesem Brief. Um einen für alle befragten Jugendlichen einheitlichen zeitlichen Abstand zwischen dem Laborbesuch und dieser letzten Befragung sicherzustellen, muss der Fragebogen von den Schülerinnen und Schülern zwischen dem 21.04. und 04.05.2005 ausgefüllt werden. Dabei bitte ich Sie folgendes zu beachten:

- Wie bereits im März mit Ihnen besprochen wurde, müssen die Fragebögen im Unterricht ausgefüllt werden um einheitliche Bedingungen zu gewährleisten.
- Die Fragen sollen sorgfältig gelesen und möglichst genau beantwortet werden! Lassen Sie den Schülerinnen und Schülern bitte ausreichend Zeit dafür (ca. 15 Minuten).
- Ich bitte Sie darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler als Erstes den Erkennungscode auf der ersten Seite ausfüllen
- Geben Sie unter keinen Umständen Kommentare, die das Antwortverhalten beeinflussen können.
- Um die Anonymität zu gewährleisten, sollte ein Mitglied der Klasse die Fragebögen einsammeln und in den beigefügten Rückumschlag stecken.

Für Rückfragen zu dieser Untersuchung stehen die DLR_School_Labs und ich Ihnen gerne zur Verfügung. Alle an der Studie beteiligten Institutionen danken Ihnen ganz herzlich für Ihre Mithilfe!

Mit freundlichen Grüßen

Christoph Pawek

D.5 Evaluations-Manual

Evaluations-Manual

für die DLR_School_Labs
Berlin-Adlershof, Göttingen,
Köln-Porz und Oberpfaffenhofen.

von

Christoph Pawek

Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften

Evaluations-Manual

1

Einleitung

Sie haben sich auf meine Bitte hin bereit erklärt, bei einigen Veranstaltungen in Ihrem DLR_School_Lab die Befragung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer selbst durchzuführen. Dafür möchte ich Ihnen ganz herzlich danken!

Dieses Evaluations-Manual soll in „chronologischer Reihenfolge“ eine Anleitung zur Durchführung der Evaluation mit den IPN-Fragebögen sein. Sie muss einerseits nicht wortwörtlich befolgt werden, andererseits sollte ein möglichst einheitlicher Standard bei allen Befragungen in den DLR_School_Labs gewahrt werden. Dazu gehören insbesondere die **erläuternde Ansprache** an die Jugendlichen vor dem Verteilen des ersten Fragebogens und die **einheitliche Durchführungsprozedur**. Außerordentlich wichtig ist auch die Einhaltung der Prozedur zum **Versand der Fragebögen**.

Vorbereitung der Evaluation

Nur der Vollständigkeit halber: Um das Ausfüllen der Fragebögen und die Dateneingabe zu vereinfachen, sollten beide Schüler(innen)-Fragebögen einseitig kopiert, mit Heftklammern geheftet werden und in entsprechender Anzahl vor der Veranstaltung vorliegen. Gleiches gilt für den Lehrer(innen)-Fragebogen.

Die beiden Schüler(innen)-Fragebögen sind am ersten Satz im Anschreiben zu unterscheiden. Beim ersten Fragebogen der zu Beginn der Veranstaltung ausgefüllt wird lautet er: „**Sie besuchen heute ...**“. Beim Zweiten für das Ende des Besuchs steht: „**mit diesem zweiten ...**“. Bitte achten Sie darauf, da die korrekte Verwendung Voraussetzung für eine sinnvolle Auswertung ist!

Erläuternde Ansprache

Nach einer kurzen Begrüßung der Jugendlichen und vor dem Einführungsvortrag über den Tagesablauf etc. müssen die Schülerinnen und Schüler den ersten Fragebogen ausfüllen. Doch vorab soll ihnen der Sinn und Zweck sowie die Ernsthaftigkeit dieser Untersuchung verdeutlicht werden.

Die auf der folgenden Seite aufgeführte Ansprache muss nicht wortwörtlich abgelesen werden, sollte aber unbedingt sinngemäß wiedergegeben werden. Dies gilt insbesondere für die **fettgedruckten Abschnitte**. Selbstverständlich bleibt es Ihnen überlassen ob Sie die Jugendlichen duzen oder siezen. Über den Text hinaus gehende Erläuterungen dürfen nur auf Nachfrage erfolgen (s.u.: Nachfragen der Jugendlichen). Für die zweite Befragung am Ende der Veranstaltung ist dann in der Regel keine weitere Ansprache nötig.

Evaluations-Manual

2

Ansprache: ...kurze Begrüßung...

Dieses Schülerlabor wird gegenwärtig im Auftrag des DLR vom Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (kurz IPN) untersucht. Das Ziel dieser unabhängigen wissenschaftlichen Studie ist eine Qualitätsanalyse solcher außerschulischer Bildungseinrichtungen.

Ihr seid die Zielgruppe dieses Schülerlabors, d.h. das IPN benötigt für diese Untersuchung auch Eure Mithilfe! Zu diesem Zweck wurden insgesamt drei Fragebögen entwickelt. Den Ersten bekommt jeder von Euch gleich im Anschluss an diese einleitenden Worte und der Zweite wird ebenfalls hier vor Ort am Ende der heutigen Veranstaltung ausgefüllt. Der dritte folgt dann in einem zeitlichen Abstand von etwa 6 – 8 Wochen, und wird während des Unterrichts in der Schule von Euch bearbeitet.

FOLGENDER TEXT IST BESONDERS WICHTIG!

*Um eins aber klarzustellen: Bei diesen Fragebögen geht es um dieses Schülerlabor. **Es handelt sich nicht um einen Test über Euer Wissen oder gar eine Klassenarbeit: Es gibt keine falschen Antworten!***

*Das merkt man auch daran, dass diese Fragebögen **anonym** auszufüllen sind. **Allerdings müssen alle drei von ein und derselben Person ausgefüllten Fragebögen eindeutig identifizierbar sein. Zu diesem Zweck gibt es einen Erkennungscode***

AUF DIE BETREFFENDE STELLE AUF DEM FRAGEBOGEN ZEIGEN!

der sich aus den ersten beiden Buchstaben des Vornamens Eurer Mutter, Eurem Geburtsmonat und -jahr sowie Eurem Geschlecht zusammensetzt. Als Beispiel: Deine Mutter heißt Anna Schmidt und Du bist im September 1988 geboren. Dann steht dort A N (und nicht A S), der Monat 09 ist eingekreist und als Jahreszahl schreibst Du 88.

Alles klar? Oder gibt es zum Erkennungscode oder zu dieser Untersuchung noch irgendwelche Fragen?

Dann bitte ich Euch alle Fragen sorgfältig zu lesen und zu beantworten, und als Erstes den Erkennungscode auszufüllen

Auch im Namen des IPN: Vielen Dank für Eure Mithilfe.

ES FOLGT DIE AUSTEILUNG DES ERSTEN FRAGEBOGENS. DIESER IST AM ERSTEN SATZ IM ANSCHREIBEN AN DIE JUGENDLICHEN ZU ERKENNEN. ER LAUTET: „**SIE BESUCHEN HEUTE ...**“.

Evaluations-Manual

3

Befragungsprozedur

In der Regel reichen für die Befragungen zu Beginn und am Ende der Veranstaltung jeweils ca. 15, in Einzelfällen maximal 20 Minuten aus. Die Jugendlichen sollen in der Zeit **konzentriert und ohne Zeitdruck** die Fragen beantworten. Häufig ist es nützlich, in der Nähe zu stehen und sie zurückhaltend zu beobachten. Das fördert die Konzentration und gleichzeitig ist man bei auftretenden Fragen leicht ansprechbar.

Die einzelnen Antworten der Jugendlichen sollen nach Möglichkeit nicht untereinander abgesprochen werden. Eine Ausnahme ist z.B. die Frage nach den Unterrichtsstunden in den einzelnen Fächern. Andererseits sollten einzelne kurze Gespräche auch nicht sofort unterbunden werden um den „lockeren Charakter“ der Veranstaltung nicht zu beeinträchtigen.

Ist nach 15 Minuten absehbar, dass einige Jugendliche den Fragebogen sehr gründlich bearbeiten oder „trödeln“ und innerhalb der 20 Minuten nicht fertig werden, kann indirekt durch eine Bitte nach einer zügigen und intuitiven Beantwortung der Fragen etwas Druck ausgeübt werden.

Beim Einsammeln der Fragebögen ist nach Möglichkeit auf die „Korrektheit“ des Erkennungscodes zu achten! Die eingetragenen Anfangsbuchstaben des Vornamens der Mutter und die Geburtsjahrgänge sollten realistisch sein (z.B. keine Initialen wie PP oder XY, abhängig von der Klassenstufe keine Jahrgänge unter 1985 oder über 1995 und keine Mehrfachnennungen wie beispielsweise drei eingekreiste Geburtsmonate).

Nachfragen der Jugendlichen

Sollten bei der erläuternden Ansprache oder zu einem anderen Zeitpunkt allgemeine Fragen bzgl. der Untersuchung gestellt werden, **geben Sie bitte unter gar keinen Umständen Antworten, die das Antwortverhalten** der Schülerinnen und Schüler **beeinflussen** können. Erklärungsansätze wie „die wollen testen wie gut dieses Schülerlabor ist“ sind denkbar ungeeignet. Eine unproblematische und in den meisten Fällen ausreichende Erklärung ist: „Das IPN will untersuchen, welche Wirkung Schülerlabore bei der Zielgruppe haben“. Sollte sich eine Frage nicht klären lassen, können Sie gerne auf meine Anschrift und Telefonnummer im Anschreiben zu den Fragebögen verweisen.

Bei Verständnis- oder Interpretationsschwierigkeiten bzgl. einzelner Fragen in den Fragebögen, sollen die Jugendlichen diese im Fragebogen vermerken und intuitiv antworten oder ihre Antwort erläutern.

Evaluations-Manual

4

Lehrer(innen)-Gespräch

Bitte weisen Sie die für die Schülergruppe verantwortliche Person auf den dritten Fragebogen hin. Sie bekommt ihn in ausreichender Stückzahl und mit frankiertem Rückumschlag sechs Wochen nach dem Schülerlaborbesuch vom IPN zugesandt. Das Ausfüllen benötigt weniger als 15 Minuten und muss während des Unterrichts erfolgen um möglichst einheitliche Bedingungen zu schaffen. Genauere Informationen erhält der Lehrkörper mit den Fragebögen.

Lehrer(innen)-Fragebogen

Vergessen Sie bitte nicht den Lehrer(innen)-Fragebogen. Das Ausfüllen dauert aufgrund seines Umfangs erfahrungsgemäß etwas länger als beim zweiten Fragebogen der Jugendlichen. Sie sollten ihn daher einige Minuten vor der zweiten Befragung an die für die Schülergruppe verantwortliche Person ausgeben.

2. Schüler(innen)-Befragung

Mit dem Verteilen des zweiten Schüler(innen)-Fragebogens am Ende der Veranstaltung sollte erst begonnen werden, wenn zumindest die Mehrzahl der Jugendlichen mit dem Tagesprogramm durch sind. Andernfalls kann es bei den Nachzögler zu Störungen durch diejenigen kommen, die bereits mit dem Ausfüllen fertig sind. Die zweite Befragung benötigt in der Regel keine Vorrede.

Fragebogen für den Veranstaltungsleiter

Zur genaueren Einordnung der einzelnen Veranstaltungen benötigen wir leider auch ein paar Daten die Frau Glug und ich bisher nebenbei erfasst haben. Aus diesem Grund wurde ein kurzer Fragebogen für den Veranstaltungsleiter entwickelt. Es tut mir leid ihnen hiermit ein wenig Arbeit zu verursachen. Für Rückfragen stehe ich Ihnen natürlich gerne zur Verfügung.

Versand der Fragebögen

Bitte schicken Sie alle ausgefüllten Fragebögen (den ersten und zweiten Schüler(innen)-Fragebogen, den Lehrer(innen)-Fragebogen und den Veranstaltungsleiter-Fragebogen) einer einzelnen Veranstaltung in einem Umschlag an:

IPN Kiel, z. Hd. Herrn Christoph Pawek, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel.

Sammeln Sie bitte unter keinen Umständen die Fragebögen mehrerer Veranstaltungen. Dies würde eine spätere Zuordnung beispielsweise zum Tagesablauf, zur Schulform oder zur Klassenstufe etc. unmöglich machen. Stabile und frankierte Rückumschläge kann ich bei Bedarf gerne zur Verfügung stellen.

Abbildungsverzeichnis

0.1	Schülerlabore in Deutschland	2
1.1	Zentrale Aspekte des Experimentierens im Unterricht	13
1.2	Bedingungen für konstruktivistische Lernumgebungen	17
1.3	Aus den Bedingungen folgende Kriterien für Schülerlabore	21
2.1	Arten des Interesses	34
2.2	Idealfall einer Interessenentwicklung	36
2.3	Hierarchisches Selbstkonzept-Modell von Shavelson und Marsh	44
2.4	Einflüsse auf das Fähigkeitsselbstkonzept	46
4.1	Hypothesen über die kurz- und längerfristigen Veränderungen	66
4.2	Für die Interessenförderung bedeutsame Faktoren und Zusammenhänge	68
4.3	Für die Interessenförderung bedeutsame Faktoren und Einflüsse	72
4.4	Pre/post/follow-up-Design der Untersuchung	74
5.1	Seifenfilmkanal im DLR_School_Lab Göttingen	83
5.2	Solarzellenexperimente im DLR_School_Lab Berlin-Adlershof	85
5.3	Humanzentrifuge im DLR_School_Lab Köln-Porz	86
5.4	Roboterbau im DLR_School_Lab Oberpfaffenhofen	87
5.5	Modellprüfung der LCA anhand von AIC, BIC und CAIC	91
5.6	Ausprägung der Interessen der LCA-gebildeten Interessengruppen	91
6.1	Entwicklung des aktuellen Interesses T2/T3	97
6.2	Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts T1/T2/T3	97
6.3	Entwicklung der Sachinteressen T1/T3	98
6.4	Aktuelles Interesse T2/T3, getrennt nach Mittel-/Oberstufe	108
6.5	Fähigkeitsselbstkonzept T1/T2/T3, getrennt nach Mittel-/Oberstufe	109
6.6	Aktuelles Interesse T2/T3, getrennt nach Geschlechtern (Jg. 9/10)	114
6.7	Fähigkeitsselbstkonzept T1/T2/T3, getrennt nach Geschlechtern (Jg. 9/10)	115
6.8	Aktuelles Interesse T2/T3, getrennt nach Interessengruppen	122
6.9	Fähigkeitsselbstkonzept T1/T2/T3, getrennt nach Interessengruppen	123
6.10	Aktuelles Interesse T2/T3, getrennt nach Schülerlaboren	130
6.11	Fähigkeitsselbstkonzept T1/T2/T3, getrennt nach Schülerlaboren	131
7.1	Strukturgleichungsmodell über die Interessenförderung	149
8.1	Benotung der Schülerlabore	155
8.2	Bewertung der Veranstaltungsdauer	156
8.3	Wichtigkeit von Unterrichtsausfall, Lernen, Experimentieren und Spaß	157
8.4	„Was hat Ihnen am Besuch des Labors am besten gefallen?“	160
8.5	„Gibt es etwas Besonderes, das Sie heute gelernt haben?“	161

8.6	„Was haben Sie am heutigen Besuch des Labors vermisst?“	162
8.7	Begründungen für (k)einen weiteren Besuch des Schülerlabors	163
8.8	Intendierte und manifestierte Handlungen aus Interesse	167
8.9	Steigerung des Interesses am Physikunterricht	168
8.10	Un-/beliebte Schulfächer, getrennt nach Geschlechtern (Jg. 9/10)	171
8.11	Nachbereitung des Laborbesuchs im Unterricht	174
8.12	Aktuelles Interesse T2/T3, getrennt nach Intensität der Nachbereitung . . .	174
8.13	Fähigkeitsselbstkonzept T1/T2/T3, getr. nach Intensität der Nachbereitung	175
9.1	Modell der Untersuchung mit den erhobenen Variablen	181

Tabellenverzeichnis

1.1	Wichtige Ziele von Schulexperimenten	13
3.1	Überblick I über die bisherigen Schülerlaboruntersuchungen	52
3.2	Überblick II über die bisherigen Schülerlaboruntersuchungen	53
4.1	Bei den einzelnen Befragungen erhobene Aspekte	75
4.2	Beispielitems der wahrgenommenen Laborvariablen	78
5.1	Gemeinsamkeiten und Unterschiede der DLR_School_Labs	82
5.2	In den DLR_School_Labs angebotene Experimente	84
5.3	Items über die Interessengebiete für die Interessengruppenbildung	90
5.4	Zusammensetzung der Interessengruppen (Schulstufe / Geschlecht)	90
6.1	Mittelwerte und Standardabweichungen der erhobenen Skalen	94
6.2	Korrelationen zwischen den Labor- und den dispositionalen Variablen	101
6.3	Korrelationen zw. den Laborvariablen und dem aktuellen Interesse (T2)	101
6.4	β & R^2 für die Laborvariablen bezüglich des aktuellen Interesses (T2)	102
6.5	Korrelationen zw. den Dispositionen und dem aktuellen Interesse (T2)	103
6.6	β & R^2 für die Dispositionen bezüglich des aktuellen Interesses (T2)	103
6.7	Effektstärken für die Unterschiede zwischen den Schulstufen	107
6.8	Varianzanalysen mit Messwiederholungen und dem Faktor Schulstufen	108
6.9	Effektstärken für die Unterschiede zwischen den Geschlechtern (Jg. 9/10)	112
6.10	Varianzanalysen mit Messwiederholungen und dem Faktor Geschlecht	114
6.11	F-Werte und Effektstärken für die Interessengruppenunterschiede	119
6.12	Varianzanalysen mit Messwiederholungen und dem Faktor Interessengruppe	121
6.13	F-Werte und Effektstärken für die Schülerlaborunterschiede	127
6.14	Varianzanalysen mit Messwiederholungen und dem Faktor Schülerlabor	129
7.1	β & R^2 für Sach-/Fachint. & Fähigkeitsselbstk. bzgl. d. Laborvariablen T2	142
7.2	β & R^2 für Dispositionen & Laborvariablen bzgl. des akt. Interesses	143
7.3	β & R^2 für Sachinteressen & akt. Interesse bzgl. der Sachinteressen T3	145
7.4	β & R^2 für Fähigkeitsselbstk. & Laborvar. bzgl. d. Fähigkeitsselbstk. T2/T3	145
7.5	Beurteilungskriterien für das Strukturgleichungsmodell	150
7.6	Standardisierte totale Effekte zwischen ausgewählten latenten Variablen	151
8.1	Wichtigkeit von Unterrichtsausfall, Lernen, Experimentieren und Spaß, getrennt nach Schulstufen, Geschlechtern (Jg. 9/10), Interessengruppen	157
B.1	Skalendokumentation: Sachinteresse an den Naturwissenschaften	195
B.2	Skalendokumentation: Sachinteresse am Experimentieren	196

B.3	Skalendokumentation: Fachinteresse Bio, Chemie, Mathe, Physik	196
B.4	Skalendokumentation: Fähigkeitsselbstkonzept	196
B.5	Skalendokumentation: Alltagsbezug	197
B.6	Skalendokumentation: Authentizität	197
B.7	Skalendokumentation: Aktive Beteiligung	197
B.8	Skalendokumentation: Betreuung / Atmosphäre	198
B.9	Skalendokumentation: Herausforderung	198
B.10	Skalendokumentation: Offenheit	198
B.11	Skalendokumentation: Verständlichkeit	199
B.12	Skalendokumentation: Zusammenarbeit	199
B.13	Skalendokumentation: Emotionale Komponente des aktuellen Interesses .	200
B.14	Skalendokumentation: Wertbezogene Komponente des akt. Interesses . .	200
B.15	Skalendokumentation: Epistemische Komponente des akt. Interesses . . .	201
B.16	Skalendokumentation: Intendierte/manifestierte Handlungen aus Interesse	201
C.1	Beschreibung der Schülerstichprobe der Untersuchung	202
C.2	Korrelationen zwischen den dispositionalen Variablen (T1)	203
C.3	Korrelationen zwischen den wahrgenommenen Laborvariablen (T2)	203
C.4	Korrelationen zw. den Komponenten des aktuellen Interesses (T2/T3) . . .	203
C.5	Skalenwerte, getrennt nach Schulstufen und Geschlechtern (Jg. 9/10) . . .	204
C.6	Skalenwerte, getrennt nach den Interessengruppen	205
C.7	Skalenwerte, getrennt nach den Schülerlaboren	206
C.8	Übersicht über die maximalen Unterschiede zwischen den Teilgruppen . .	207
C.9	Strukturgleichungsmodell: Reduzierte Stichprobe(n)	208
C.10	Strukturgleichungsmodell: Zusammensetzung der Interessengruppen . . .	208
C.11	Benotung der Schülerlabore (Gesamtstichprobe / Teilgruppen)	209
C.12	Wunsch nach weiterem Laborbesuch (Gesamtstichprobe / Teilgruppen) . .	209
C.13	Bewertung der Veranstaltungsdauer (Gesamtstichprobe / Teilgruppen) . .	210
C.14	Wichtigkeit von Unterrichtsausfall, Lernen, Experimentieren, Spaß (...) .	210
C.15	Antwortbeteiligung bei offenen Fragen (Gesamtstichprobe / Teilgruppen) .	211
C.16	„Was hat Ihnen am Besuch des Labors am besten gefallen?“ (...)	211
C.17	„Gibt es etwas Besonderes, das Sie heute gelernt haben?“ (...)	212
C.18	„Was haben Sie am heutigen Besuch des Labors vermisst?“ (...)	212
C.19	Begründungen für weiteren Laborbesuch (Ges.-stichprobe / Teilgruppen) .	213
C.20	Begründungen gegen weiteren Besuch (Gesamtstichprobe / Teilgruppen) .	213
C.21	Intendierte und manifestierte Handlungen aus Interesse (...)	214
C.22	Wahrnehmung des Lernerfolgs im Vergleich zu einem Schultag (...)	214
C.23	Steigerung des Interesses am Physikunterricht (...)	215
C.24	Un-/beliebteste Schulfächer, getrennt nach den Geschlechtern (Jg. 9/10) .	216
C.25	Vorbereitung des Laborbesuchs (Gesamtstichprobe / Schulstufen)	216
C.26	Ausreichende Vorbereitung im Unterricht (Ges.-stichprobe / Teilgruppen) .	217
C.27	Nachbereitung des Laborbesuchs (Gesamtstichprobe / Schulstufen)	217
C.28	Aktuelles Interesse (T2/T3), Sachinteressen (T1/T3) und Fähigkeitsselbst- konzept (T1/T2/T3), getrennt nach der Intensität der Nachbereitung	218

Literaturverzeichnis

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *International Journal of Science Education*, 88(3), 397-419.
- Albert, S. (1977). Temporal comparison theory. *Psychological Review*, 84, 485-503.
- Alton-Lee, A., Nuthall, G. & Patrick, J. (1993). Reframing classroom research: A lesson from the private world of children. *Harvard Educational Review*, 63(1), 50-84.
- Anderson, M. L. (2003). Embodied Cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*(149), 91–130.
- Arbuckle, J. L. (1999). *AMOS 4.0 User's Guide*. Chicago: Small Waters Corp.
- Arbuckle, J. L. (2003). *Amos 5*. <http://www.spss.com/de/amos/>.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded Cognition. *Annu. Rev. Psychol.*, 59, 617-645.
- Bates, G. R. (1978). The role of the laboratory in secondary school science programs. In M. B. Rowe (Hrsg.), *What research says to the science teacher* (Bd. 1). Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Baumert, J. & Köller, O. (1998). Interest research concerning secondary level I: An overview. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon-Conference on interest and gender* (S. 241–256). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Baumert, J. & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III: Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (Bd. 2, S. 271-316). Opladen: Leske + Budrich.
- Bell, T. (2006, Januar). *Forschendes Lernen*. http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko_Brief_06_ForschendesLernen.pdf. Kiel: IPN.
- Bell, T. (2007). Entdeckendes und forschendes Lernen. In S. Mikelskis-Seifert & T. Rabe (Hrsg.), *Fachmethodik Physik-Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 70-81). Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Bühl, A. & Zöfel, P. (2005). *SPSS 12. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows* (9 Aufl.). München: Pearson Studium.
- Blakemore, S. J. & Frith, U. (2005). *The learning brain. Lessons for education*. London: Blackwell.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6 Aufl.). Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (3 Aufl.). Berlin: Springer.

- Brandt, A. (2005). *Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors*. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Byrne, B. M. (2001). *Structural Equation Modeling with AMOS, Basic Concepts, Applications, and Programming*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F. & Klopfer, L. E. (1985). Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena. In L. H. T. West & A. L. Pines (Hrsg.), *Cognitive structure and conceptual change* (S. 61-68). New York: Academic Press.
- Chang, H. P. & Lederman, N. G. (1994). The effect of levels of cooperation with physical science laboratory groups on physical achievement. *Journal of Research in Science Teaching*(32), 167-181.
- Cheung, G. W. & Lau, R. S. (2008). Testing Mediation and Suppression Effects of Latent Variables: Bootstrapping with Structural Equation Models. *Organizational Research Methods*, 11(2), 296-325.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *International Journal of Science Education*, 86(2), 175-218.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow*. New York: Harper & Row.
- Davier, M. (2001). *Winmira 2001*. <http://winmira.von-davier.de> (14.10.2008).
- Deci, E. L. (1998). The relation of interest to motivation and human needs - The self-determination theory viewpoint. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon-conference on interest and gender* (S. 146-162). Kiel: IPN.
- Dewey, J. (1910). Science as subject matter and as method. *Science*, 31, 121-127.
- Dickhäuser, O. (2006). Fähigkeitsselbstkonzepte: Entstehung, Auswirkung, Förderung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 5-8.
- Dickhäuser, O. & Rheinberg, F. (2003). Bezugsnormorientierung: Erfassung, Probleme, Perspektiven. In J. Stiensmeier-Pelster & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept: Tests und Trends, Jahrbuch der pädagogischpsychologischen Diagnostik* (Bd. 2, S. 41-55). Göttingen: Hogrefe.
- Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept (SASK): Konstruktion und Überprüfung eines neuen Instrumentes. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23(4), 393-405.
- Dickhäuser, O., Seidler, A. & Kölzer, M. (2005). Kein Mensch kann alles? Effekte dimensionaler Vergleiche auf das Fähigkeitsselbstkonzept. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19(1/2), 97-106.
- DLR_School_Labs. (2005). *Evaluationsbericht 2005*. http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/portal_news/NewsArchiv2005/DLR_Eva.pdf (14.10.2008). Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
- Dresel, M. (2004). *Motivationsförderung im schulischen Kontext*. Göttingen: Hogrefe.
- Dresel, M. & Ziegler, A. (2006). Langfristige Förderung von Fähigkeitsselbstkonzept und impliziter Fähigkeitstheorie durch computerbasiertes attributionales Feedback. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 49-63.

- Driver, R. & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 905-923.
- Duit, R. (2002). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In S. W. Kircher E. (Hrsg.), *Physikdidaktik in der Praxis* (S. 1-26). Berlin: Springer.
- Duit, R. (Hrsg.). (2003). *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Seelze: Friedrich Verlag.
- Duit, R., Gropengießer, H. & Stäudel, L. (Hrsg.). (2004). *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Seelze: Friedrich Verlag.
- Duit, R. & Tesch, M. (2006). Eigenständiges Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht – Theorie, empirische Forschungsergebnisse, Unterrichtspraxis. In *Wissenschaftliche Fachtagung „Selbständiges Lernen im Fachunterricht“ der Kasseler Forschergruppe Empirische Bildungsforschung*. (Tagungsband in Vorbereitung)
- Duit, R. & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Dweck, C. S. (1999). *Self-theories: Their role in motivation, personality and development*. Philadelphia, PA: The Psychology Press.
- Ebach, J., Jesse, A. & Sander, E. (2005). *Evaluation und Qualitätssicherung im Ada-Lovelace-Projekt, Wirkungsanalysen* (Nr. 11). <http://www.uni-koblenz.de/alp/publik/heft11.pdf>. Koblenz: Ada-Lovelace-Projekt.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. *Annual Review of Psychology*(53), 109-132.
- Eckert, C., Schilling, D. & Stiensmeier-Pelster, J. (2006). Einfluss des Fähigkeits-selbstkonzepts auf die Intelligenz- und Konzentrationsleistung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 41-48.
- Eder, F. (1992). Schulklima und Entwicklung allgemeiner Interessen in der Schule. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung* (S. 165-194). Münster: Aschendorff.
- Ekstrom, A. D., Kahana, M. J., Caplan, J. B., Fields, T. A., Isham, E. A., Newman, E. L. et al. (2003). Cellular networks underlying human spatial navigation. *Nature*, 425, 184–188.
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Berlin: Logos Verlag.
- Engeln, K. (2005). Forschen wie in der echten Wissenschaft. *Spektrum der Wissenschaft*(6), 70-72.
- Engeln, K. & Euler, M. (2004). Forschen statt Pauken. Aktives Lernen im Schülerlabor. *Physik Journal*, 3(11), 45-48.
- Euler, M. (2001). Lernen durch Experimentieren. In U. Ringelband, M. Prenzel & M. Euler (Hrsg.), *Lernort Labor - Initiativen zur naturwissenschaft. Bildung zwischen Schule, Forschung u. Wirtschaft* (S. 13-42). Kiel: IPN.

- Euler, M. (2005). Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor. *Naturwissenschaft im Unterricht - Physik*, 16(90), 4-12.
- Euler, M. (2008). The challenging road ahead: Thoughts on naturalizing constructivism and engineering innovation in science and technology education. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband & M. Brückmann (Hrsg.), *Four Decades of Research in Science Education - from Curriculum Development to Quality Improvement*. (S. 253-267). Münster: Waxmann.
- Euler, M. (2009). Werkzeuge und Flügel des Geistes. *Physik Journal*, 8(4), 39-43.
- Euler, M. (im Druck). Schülerlabore: Lernen durch Forschen und Entwickeln. In R. Girwidz, P. Häußler & E. Kircher (Hrsg.), *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Berlin: Springer. (2. Auflage)
- Fend, H. & Stöckli, G. (1997). Der Einfluß des Bildungssystems auf die Humanentwicklung: Entwicklungspsychologie der Schulzeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 1-35). Göttingen: Hogrefe.
- Feyerabend, P. K. (1983). *Wider den Methodenzwang*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Fries, W. & Rosenberger, R. (1973). *Forschender Unterricht*. Frankfurt/Main: Diesterweg.
- Garbarini, F. & Adenzato, M. (2004). At the root of embodied cognition: Cognitive science meets neurophysiology. *Brain and Cognition*(56), 100-106.
- Gardner, P. & Gauld, C. (1990). Labwork and Students' Attitudes. In E. Hegarty-Hazel (Hrsg.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London and New York: Routledge.
- Gardner, P. L. (1985). Students' interest in science and technology: An international overview. In M. Lehrke, L. Hoffmann & P. L. Gardner (Hrsg.), *Interests in science and technology education* (S. 15–34). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Gardner, P. L. (1998). The development of males' and females' interest in science and technology. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon-Conference on interest and gender* (S. 41–57). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867-888.
- Gillies, R. M. (2004). The effects of cooperative learning on junior high school students during small group learning. *Learning and Instruction*(14), 197–213.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen*. http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_2564. Kiel.
- Glug, I., Pawek, C., Engeln, K., Hillebrandt, D. & Euler, M. (2005). Schüler- und Lehreräußerungen zum Lernen im Schülerlabor. *Unterricht Physik*, 28-29.
- Goswami, U. (2004). Annual review Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*(74), 1–14.
- Griffith, T. L., Fichman, M. & Moreland, R. L. (1989). Social loafing and social facilitation: An empirical test of the Cognitive-Motivational Model of performance. *Basic and Applied Social Psychology*, 10, 253-271.

- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*. <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/guderian-pascal-2007-02-12/PDF/guderian.pdf>. Berlin.
- Guderian, P., Priemer, B. & Schön, L. H. (2005a). Die Entwicklung von Interesse bei mehrfachen und in den Unterricht eingebundenen Schülerlaborbesuchen. In *GDCP-Tagung Paderborn*.
- Guderian, P., Priemer, B. & Schön, L. H. (2005b). Einfluss von mehrfachen Schülerlabor-Besuchen auf das Interesse an Physik. In *Didaktik der Physik, Frühjahrstagung Berlin*.
- Guderian, P., Priemer, B. & Schön, L. H. (2006). Die Entwicklung des aktuellen Interesses an Physik von Grundschulern bei mehrfachen Besuchen in einem Schülerlabor. In *Didaktik der Physik, Frühjahrstagung Kassel*.
- Gunstone, R. F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. Woolnough (Hrsg.), *Practical science* (S. 67–77). Milton Keynes: Open University Press.
- Gunstone, R. F. & Champagne, A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Hrsg.), *The student laboratory and the science curriculum* (S. 159–182). London: Routledge.
- Gutzmer, A. (Hrsg.). (1908). *Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte - Gesamtbericht*. Leipzig: Teubner.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. & Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis* (5 Aufl.). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Hannover, B. (1998). The Development of Self-Concept and Interests. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and Learning*. Kiel: IPN.
- Hansford, B. C. & Hattie, J. A. (1982). The Relationship Between Self and Achievement / Performance Measures. *Review of Educational Research*, 52, 123-142.
- Harkins, S. G., Latané, B. & Williams, K. D. (1980). Social loafing: Allocating effort or taking it easy. *Journal of Experimental Social Psychology*, 16, 457-465.
- Harlen, W. (1999). *Effective Teaching of Science - A Review of Research*. Edinburgh: Scottish Council for Research.
- Harter, S. (1996). Historical roots of contemporary issues involving self concept. In B. A. Bracken (Hrsg.), *Handbook of self-concept* (S. 1-37). New York: Wiley.
- Hegarty-Hazel, E. (Hrsg.). (1990). *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Helmke, A. (1992). *Selbstvertrauen und schulische Leistungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Helmke, A. (1998). Vom Optimisten zum Realisten? Zur Entwicklung des Fähigkeits-selbstkonzepts vom Kindergarten bis zur sechsten Klassenstufe. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter* (S. 115 - 132). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Herzer, M. & Toprak, A. (2001). *Evaluation des Schüler/innenlabors am Fachbereich Chemie/Pharmazie, Zwischenbericht*. <http://www.nat-schuelerlabor.de/pdf/zwischenbericht.pdf>. Mainz: Zentrum für Qualitätssicherung- und entwicklung.
- Herzog, W. (1996). Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines „mädchengerechten“ koedukativen Unterrichts. *Neue Sammlung*, 36, 61-91.

- Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective on the effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Hrsg.), *Intrinsic and extrinsic motivation. The secret for optimal motivation and performance* (S. 309–339). New York: Academic Press.
- Hidi, S. & Anderson, V. (1992). Situational interest and its impact on reading and expository writing. In K. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 215-238). Hillsdale, NJ.: Erlbaum.
- Hidi, S. & Baird, W. (1988). Strategies for increasing text-based interest and students' recall of expository texts. *Reading Research Quarterly*(23), 465–483.
- Hidi, S. & Berndorff, D. (1998). Situational interest and learning. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon-Conference on interest and gender* (S. 74–90). Kiel: IPN.
- Hidi, S. & Harackiewicz, J. M. (2001). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151–179.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70, 33-40.
- 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. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies* (28(2)), 115-135.
- Hodson, D. (1998a). Is this really what scientists do? In J. J. Wellington (Hrsg.), *Practical work in school science: which way now?* London: Routledge.
- Hodson, D. (1998b). *Teaching and Learning Science - a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hodson, D. & Brencze, L. (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., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(1), 201-217.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *International Journal of Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hurd, P. D. (1969). *New directions in teaching secondary school science*. Chicago: Rand McNally.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina, MN: Interaction Books.
- Kerschensteiner, G. (1914 / 1953). *Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts*. München: R. Oldenbourg Verlag.
- Kerstan, T. & Thadden, E. v. (2004, 01.07.). Wer macht die Schule klug? *DIE ZEIT*(28). http://www.zeit.de/2004/28/C-Spitzer_2fStern2?page=all.

- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2001). *Physikdidaktik* (Bd. 2). Berlin: Springer.
- Kirschner, P. A. (1992). Epistemology, Practical Work and Academic Skills in Science Education. *Science and Education*, 1, 273-299.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klein, J. D., Erchul, J. A. & Pridemore, D. R. (1994). Effects on individual versus cooperative learning and type of reward on performance and continuing motivation. *Contemporary Educational Psychologist*, 19, 24-32.
- Köller, O. (1998). *Zielorientierungen und schulisches Lernen*. Münster: Waxmann.
- Köller, O., Baumert, J. & Schnabel, K. U. (2000). Zum Zusammenspiel von schulischem Interesse und Lernen im Fach Mathematik: Längsschnittanalysen in den Sekundarstufen I und II. In U. Schiefele & K. Wild (Hrsg.), *Interesse und Lernmotivation - Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Münster: Waxmann.
- Köller, O., Daniels, Z., Schnabel, K. & Baumert, J. (2000). Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Die Rolle des fachspezifischen Selbstkonzepts und Interesses. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14, 26-37.
- Köller, O., Klemmert, H., Möller, J. & Baumert, J. (1999). Leistungsbeurteilungen und Fähigkeitsselbstkonzepte: Eine längsschnittliche Überprüfung des Modells des Internal/External Frame of Reference. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13, 128-134.
- Köller, O. & Möller, J. (2000). Selbstbezogene Fähigkeitskognitionen im Kontext Schule: Die Rolle unterschiedlicher Referenzrahmen. In R. K. Silbereisen & M. Reitzle (Hrsg.), *Psychologie 2000: Bericht über den 42. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Jena 2000* (S. 380-390). Göttingen: Hogrefe.
- Köller, O., Trautwein, U., Lüdtke, O. & Baumert, J. (2006). Zum Zusammenspiel von schulischer Leistung, Selbstkonzept und Interesse in der gymnasialen Oberstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 27-39.
- Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Personen-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung* (S. 297-329). Münster: Aschendorff.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 186-203.
- Krapp, A. (1999a). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology in Education*, 14, 23-40.
- Krapp, A. (1999b). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45(3), 387-406.
- Krapp, A. (2000). Interest and human development during adolescence: An educational-psychological approach. In J. Heckhausen (Hrsg.), *Motivational psychology of human development* (S. 109-128). London: Elsevier.
- Krapp, A. (2001). Interesse. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 286-294). Weinheim: Beltz PVU.

- Krapp, A. (2002a). An Educational-Psychological Theory of Interest and its relation to SDT. In E. Deci & R. Ryan (Hrsg.), *Handbook of Self-determination Research* (S. 405-427). Rochester, NY: University of Rochester Press.
- 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). Interest and human development: An educational-psychological perspective. In *Development and Motivation* (S. 57-84). The British Psychological Society.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*(15), 381-395.
- Krapp, A., Hidi, S. & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning and development. In K. A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 3–25). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kuhn, T. S. (1999). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* (15 Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Labudde, P. (2000). *Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II*. Bern: Paul Haupt Verlag.
- Lakatos, I. (1974). Falsifikation und Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme. In I. Lakatos & A. Musgrave (Hrsg.), *Kritik und Erkenntnisfortschritt* (S. 89-189). Braunschweig: Vieweg.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.
- Lakoff, G. & Núñez, R. E. (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books.
- Latané, B., Williams, K. D. & Harkins, S. G. (1979). Many hands make light the work: The causes and consequences of social loafing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 822-832.
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Hrsg.), *Handbook of science education* (S. 94-128). New York: Macmillan.
- LeLa. (2009). *Lernort Labor - Zentrum für Beratung und Qualitätsentwicklung*. <http://www.lernort-labor.de/> (11.02.2009). Kiel.
- Lewalter, D., Krapp, A., Schreyer, I. & Wild, K. P. (1998). Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. In K. Beck & R. Dubs (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung; Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Beiheft Nr. 14* (S. 143-168).
- Lewalter, D., Wild, K. P. & Krapp, A. (2001). Interessenentwicklung in der beruflichen Ausbildung. In K. Beck & V. Krumm (Hrsg.), *Lehren und Lernen in der Beruflichen Erstausbildung*. Opladen: Leske & Budrich.
- Lucke, D. (1995). *Akzeptanz. Legitimität in der „Abstimmungsgesellschaft“*. Opladen: Leske + Budrich.

- Lunetta, V. N. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In B. Fraser & K. Tobin (Hrsg.), *International Handbook of Science Education* (S. 249-262). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lunetta, V. N. & Tamir, P. (1979). Matching lab activities with teaching goals. *The Science Teacher*, 46, 22-24.
- Manger, T. & Eikeland, O. J. (1998). The effects of mathematics self-concept on girls' and boys' mathematical achievement. *School Psychology International*, 19, 5-18.
- Marsh, H. W. (1986). Verbal and math self-concepts: an internal/external frame of reference model. *American Educational Research Journal*, 23, 129-149.
- Marsh, H. W. (1989). Sex differences in the development of verbal and mathematical constructs: The high school and beyond study. *American Educational Research Journal*, 26, 191-225.
- Marsh, H. W. (1990). The influence of internal and external frames of reference on the formation of math and English self-concepts. *Journal of Educational Psychology*, 82, 107-116.
- Marsh, H. W. (2005). Big-fish-little-pond effect on academic selfconcept. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 119-127.
- Marsh, H. W., Byrne, B. M. & Shavelson, R. J. (1988). A multifaceted academic selfconcept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 80, 366-380.
- Marsh, H. W. & Hau, K. T. (2003). Big-Fish-Little-Pond Effect on Academic Self-Concept: A Cross-Cultural (26-Country) Test of the Negative Effects of Academically Selective Schools. *American Psychologist*, 58(5), 364-376.
- Marsh, H. W. & Yeung, A. S. (1997). Coursework selection: Relations to academic self-concept and achievement. *American Educational Research Journal*, 34, 691-720.
- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 25-45.
- Mayer, R. E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- Medawar, P. B. (1969). *Induction and Intuition in Scientific Thought*. London: Methuen.
- Metz, K. E. (1998). Scientific inquiry within reach of young children. In B. Fraser & K. Tobin (Hrsg.), *International Handbook of Science Education* (S. 81-96). Kluwer Academic Publishers.
- Meyer, H. (1987a). *Experimentelles Arbeiten im Biologieunterricht. Ergebnisse einer in Nordrhein-Westfalen durchgeführten Situationsanalyse*. Seelze - Velber: Erhard Friedrich.
- Meyer, H. (1987b). *Unterrichtsmethoden. Bd.2: Praxisband*. Frankfurt am Main: Cornelsen Skriptor.
- Meyer, W. U. (1984). *Das Konzept der eigenen Begabung*. Bern: Huber.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*(85), 426-436.

- Müller, C. T. (2004). *Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehren als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht*. Berlin: Logos.
- Möller, J. & Köller, O. (1998). Dimensionale und soziale Vergleiche nach schulischen Leistungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 30, 118-127.
- Möller, J. & Köller, O. (2001). Dimensional comparisons: An experimental approach to the internal/external frame of reference model. *Journal of Educational Psychology*(93), 826-835.
- Moschner, B. (2001). Selbstkonzept. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 629-635). Weinheim: Beltz PVU.
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext*. Berlin: Cornelsen.
- Murphy, P. & Whitelegg, E. (2006). *Girls in the Physics Classroom. A Review of the Research on the Participation of Girls in Physics*. London: Institute of Physics.
- Neber, H. (2001a). Entdeckendes Lernen. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 286-294). Weinheim: Beltz PVU.
- Neber, H. (2001b). Kooperatives Lernen. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 361-366). Weinheim: Beltz PVU.
- North, A. C., Linley, P. A. & Hargreaves, D. J. (2000). Social loafing in a cooperative classroom task. *Educational Psychology*, 20, 389-392.
- OECD (Hrsg.). (2005). *Wie funktioniert das Gehirn? Auf dem Weg zu einer neuen Lernwissenschaft*. Stuttgart: Schattauer.
- Oesterling, C. & Toprak, A. (2002). *Zweiter Evaluationsbericht des Schüler/innenlabors am Fachbereich Chemie/Pharmazie*. <http://www.nat-schuelerlabor.de/pdf/zwischenbericht2002.pdf>. Mainz: Zentrum für Qualitätssicherung- und entwicklung.
- Orion, N., Hofstein, A., Tamir, P. & Giddings, G. J. (1997). Development and Validation of an Instrument for Assessing the Learning Environment of Outdoor Science Activities. *International Journal of Science Education*, 81(2), 161-171.
- Oswald, D. L. & Harvey, R. D. (2001). Hostile environments, stereotype threat, and math performance among undergraduate women. *Current Psychology: Developmental, Learning, Personality, Social*, 19, 338–356.
- Pekrun, R. (2005). Commentary: Progress and open problems in educational emotion research. *Learning and Instruction*, 15, 497-506.
- Pfeifer, P., Häusler, K. & Lutz, B. (Hrsg.). (1997). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg Schulverlag.
- Plöger, W. (1983). *Forschender Physikunterricht*. Ansbach: Michael Prögel Verlag.
- Pohlmann, B., Möller, J. & Streblow, L. (2006). Zur Bedeutung dimensionaler Aufwärts- und Abwärtsvergleiche. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 19-25.
- Popper, K. R. (1973). *Objektive Erkenntnis*. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Popper, K. R. (1994). *Die Logik der Forschung* (10 Aufl.). Tübingen: Mohr.
- Prenzel, M. (1988). *Die Wirkungsweise von Interesse. Ein Erklärungsversuch aus pädagogischer Sicht*. Opladen: Westdeutscher Verlag.

- Prenzel, M. (1992). Selective persistence of interest. In K. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Hrsg.), *The role of interest in learning and development* (S. 71-98). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Prenzel, M. (1998). Interest research concerning the upper secondary level, college, and vocational education: an overview. In L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Hrsg.), *Interest and learning. Proceedings of the Seeon-Conference on interest and gender* (S. 355–366). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Prenzel, M. et al. (Hrsg.). (2007). *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M. & Duit, R. (1999). Ansatzpunkte für einen besseren Physikunterricht. Der BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. *Naturwissenschaften im Unterricht*, 10(54), 23-37.
- Quinn, D. & Spencer, S. (2001). The interference of stereotype threat with women's generation of mathematical problem-solving strategies. *Journal of Social Issues*, 57, 55–71.
- Reinhold, P. (1996). *Offenes Experimentieren und Physiklernen*. Kiel: IPN.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*(47), 78-92.
- Renninger, K. A., Ewen, L. & Lasher, A. K. (2002). Individual interest as context in expository text and mathematical word problems. *Learning and Instruction*, 12(4), 467–490.
- Rheinberg, F. & Krug, S. (1999). *Motivationsförderung im Schulalltag*. Göttingen: Hogrefe.
- Roeder, P. M. & Gruehn, S. (1997). Geschlecht und Kurswahlverhalten. *Zeitschrift für die Pädagogik*, 42, 877-894.
- Rost, D. H. & Sparfeldt, J. R. (2002). Facetten des schulischen Selbstkonzepts. Ein Verfahren zur Messung des differentiellen Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten (DISK-Gitter). *Diagnostica*, 48, 130-140.
- Rost, J. (2000). Allgemeine Standards für die Evaluationsforschung. In W. Hager, J. L. Patry & H. Brezing (Hrsg.), *Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen Standards und Kriterien: Ein Handbuch* (S. 129-140). Bern: Huber.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Rumann, S. (2005). *Kooperatives Arbeiten im Chemieunterricht*. Berlin: Logos.
- Rustemeyer, R. & Jubel, A. (1996). Geschlechtsspezifische Unterschiede im Unterrichtsfach Mathematik hinsichtlich der Fähigkeitseinschätzung, Leistungserwartung, Attribution sowie im Lernaufwand und im Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10, 13-25.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.

- Scharfenberg, F. J. (2005). *Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse*. <http://opus.ub.uni-bayreuth.de/volltexte/2005/176/>. Bayreuth.
- Schiefele, U. (1996). *Motivation und Lernen mit Texten*. Göttingen: Hogrefe.
- Schiefele, U. (2001). The role of interest in motivation and learning. In S. Messick & J. Collins (Hrsg.), *Intelligence and personality* (S. 177–214). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schiefele, U. & Köller, O. (2001). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 286-294). Weinheim: Beltz PVU.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Schreyer, I. (1993). Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* (25), 120-148.
- Schiefele, U. & Rheinberg, F. (1997). Motivation and knowledge acquisition: searching for mediating processes. *Advances in motivation and achievement*, 10, 251–301.
- Schilling, S. R., Sparfeldt, J. & Rost, D. H. (2006). Facetten schulischen Selbstkonzepts: Welchen Unterschied macht das Geschlecht? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 9-18.
- Schnabel, K. U. & Gruehn, S. (2000). Studienfachwünsche und Berufsorientierungen in der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III: Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (Bd. 2, S. 405-444). Opladen: Leske + Budrich.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Hrsg.), *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Shachar, H. & Fischer, S. (2004). Cooperative learning and the achievement of motivation and perceptions of students in 11th grade chemistry classes. *Learning and Instruction*(14), 69–87.
- Sharan, S. (Hrsg.). (1994). *Handbook of cooperative learning methods*. Westport, CT: Greenwood Press.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J. & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46, 407-444.
- Simonyi, K. (1990). *Kulturgeschichte der Physik*. Leipzig: Urania-Verlag.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. London: Crom Helm.
- Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2003). Goal orientation and achievement: the role of ability self-concept and failure perception. *Learning and Instruction*, 13(4), 403-422.
- SPSS Inc. (2005). *SPSS 14.0*. <http://www.spss.com/de/>.

- Steele, C. M. & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African-Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797-811.
- Steele, C. M., Spencer, S. J. & Aronson, J. (2002). Contending with group image: The psychology of stereotype and social identity threat. In M. Zanna (Hrsg.), *Advances in experimental social psychology* (Bd. 23, S. 379–440). New York: Academic Press.
- Stern, E. (2005). Pedagogy Meets Neuroscience. *Science*, 310, 745.
- Stern, E., Grabner, R., Schumacher, R., Neuper, C. & Saalbach, H. (2005). *Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften - Erwartungen, Befunde, Forschungsperspektiven* (Bd. 13). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF.
- Stiensmeier-Pelster, J., Balke, S. & Schlangen, B. (1996). Lern- versus Leistungszielorientierung als Bedingungen des Lernfortschritts. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 18, 169-187.
- Tasker, R. (1981). Children's views and classroom experiences. *Australian Science Teacher Journal*(27), 33-37.
- Tesch, M. (2005). *Das Experiment im Physikunterricht. Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Berlin: Logos.
- Tiedemann, J. & Faber, G. (1995). Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattributionen im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 27, 61-71.
- Valentine, J. C., DuBois, D. L. & Cooper, H. (2004). The relations between self-beliefs and academic achievement: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 39, 111-133.
- Varela, F. J., Thompson, E. & Rosch, E. (1991). *The embodied mind*. Boston: MIT Press.
- Wagner, J. A. (1995). Studies of individualism-collectivism: Effects on cooperation in groups. *Academy of Management Journal*, 38, 152-172.
- Waloschek, P. (1998). *Wörterbuch Physik*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Weidner, M. (2003). *Kooperatives Lernen im Unterricht. Das Arbeitsbuch*. Seelze: Kallmeyer.
- White, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18(7), 761-774.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer Press.
- Widodo, A. (2004). *Constructivist oriented science classrooms: The learning environment and the teaching und learning process*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Wilkenson, J. W. & Ward, M. (1997). The purpose and perceived effectiveness of laboratory work in secondary schools. *Australian Science Teachers' Journal*, 43(2), 49–55.
- Williams, S. M. & Hmelo, C. E. (1998). Guest editors' introduction. *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 265–270.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625-636.

- Wodzinski, R. (2004a). Experimentieren im Sachunterricht. In A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Basiswissen Sachunterricht. Band 5: Unterrichtsplanung und Methoden*. (S. 124-129). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag.
- Wodzinski, R. (2004b). Kooperatives Lernen: mehr als nur Gruppenarbeit. Gründe für kooperatives Arbeiten im Physikunterricht. *Naturwissenschaft im Unterricht - Physik*, 15(84), 4-12.
- Woolnough, B. E. (1991). Setting the scene. In B. Woolnough (Hrsg.), *Practical science* (S. 3-9). Milton Keynes: Open University Press.

ABSPANN

Produktionsfirma IPN / Lernort Labor
Produktionsleitung Prof. Dr. Manfred Euler

Consultants

Dr. Katrin Engeln Dr. Dirk Hillebrandt
Prof. Dr. Silke Mikelskis-Seifert

Hauptdarsteller über 734 Schüler/-innen
Nebendarsteller über 43 Lehrer/-innen

Best Girls Inga Glug
Claudia Kastens
Silke Vorst

Best Boy Tobias Maurus

Best Supporters Family & Friends

Best Driver Me, Myself and I

Catering Uni-Mensa Kiel

'LeLa-Crew'

Dr. Dorothee Dähnhardt
Friederike Gienke
Dr. Olaf Haupt
Edelgard Quast
Susanne Weißnigk

'IPN-Crew'

Dr. Thorsten Bell
Dr. Maja Brückmann
Prof. Dr. Reinders Duit
Ulrike Hennig
Dr. Christoph T. Wodzinski

DLR_School_Lab-Crews

Berliner Crew Dr. Bernd Kirchner et al.
Göttinger Crew Susanne Stempel et al.
Kölner Crew Dr. Richard Bräucker et al.
Oberpfaffenhofener Crew Dr. Dieter Hausmann et al.

ALLEN BETEILIGTEN EIN HERZLICHES DANKESCHÖN!