

# Untersuchung der Wirksamkeit der Schülerlabore an der Technischen Universität Berlin

Eine quantitative und qualitative Studie zur Formulierung von  
Handlungsempfehlungen

vorgelegt von

M. Ed.

Mareen Derda

ORCID: 0000-0003-0322-9794

an der Fakultät V - Verkehrs- und Maschinensysteme  
der Technischen Universität Berlin  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Philosophie

-Dr. phil.-

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr. Henning Meyer

Gutachter: Prof. Dr. Paul Uwe Thamsen

Gutachterin: Prof.<sup>in</sup> Dr. Angela Ittel

Gutachterin: Prof.<sup>in</sup> Dr. Rebecca Lazarides

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 17. Februar 2020

Berlin 2020

## Übersicht der Publikationen

Derda, M., & Pfetsch, J. (submitted). The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept. *International Journal of Environmental & Science Education*.

Preprint. Kapitel 2.1

Derda, M. (2020). Untersuchung der Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches und der Erwartungen begleitender Lehrkräfte sowie teilnehmender Schülerinnen und Schüler. In: K. Sommer, J. Wirth & M. Vanderbeke (Hrsg.): *Handbuch Forschen im Schülerlabor - Theoretische Grundlagen, empirische Forschungsmethoden und aktuelle Anwendungsgebiete*. Münster: Waxmann-Verlag

Postprint. Kapitel 2.2

Derda, M. (2020). Erwartungen der Schüler\*innen an den Besuch eines Schülerlabors an der Technischen Universität Berlin. In: M. Stein, M. Jungwirth, N. Harsch, Y. Korflür (Hrsg.): *Forschen.Lernen.Lehren an öffentlichen Orten – The Wider View. Tagungsband*. Münster: WTM-Verlag 2019.

Postprint. Kapitel 2.2

Derda, M. (accepted). Handlungsempfehlungen für Schülerlabore. In L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Röben & S. Selle (Hrsg.): *Orte und Prozesse außerschulischen Lernens erforschen und weiterentwickeln. Tagungsband der 6. Tagung zur Didaktik außerschulischer Lernorte, 29.-31. August 2018*. Münster: Lit.

Postprint. Kapitel 2.3

## **Abstract**

The present cumulative dissertation contains four essays which are either already accepted and in print or currently peer-reviewed. These four manuscripts are framed by an introduction to the subject of the thesis and an overall discussion.

This research project examines various out-of-school laboratories at the Technische Universität Berlin (TU Berlin) aiming to develop general recommendations for out-of-school laboratories. Therefore, the focus of the investigation lies on operators and employees of the out-of-school laboratories as well as accompanying teachers and participating school students.

The introduction presents the state of research and the research gap to out-of-school laboratories, provides an overview of the theoretical assumptions underlying the work, and explains the research questions of the study.

The effectiveness of out-of-school experimental facilities such as out-of-school laboratories has been investigated in some former research projects as an overview in Chapter 1 shows. However, the results with regard to short- and long-term effects on the development of the interest in science, the interest in experimentation and the science self-concept are contradictory and partly ambiguous due to methodological shortcomings. Study 1 uses a questionnaire survey in pre, post, follow-up design conducting multilevel analyzes that take into account the hierarchical structure of the data to investigate the development of interest in science, interest in experimentation, and science self-concept during the laboratory visit as well as in the time after the visit (9-12 weeks). The study revealed that out-of-school laboratories promote a long-term interest in science and science self-concept, but for interest in experimentation only short-term effects were found. Regarding the laboratory features, the perception of relevance especially supports interest and self-concept. Furthermore, the perception of autonomy proved to be important for the development of science self-concept and the quality of instruction for the development of interest in experimentation.

The second study examines the pre and post work of the laboratory visit at school, the expectations of accompanying teachers and participating school students as well as the fulfillment of students' expectations, applying both quantitative (the previously mentioned questionnaire survey) and qualitative methods (guideline-based interviews). One of the main findings is that the accompanying teachers visit the out-of-school laboratory with their students for a vocational orientation as well as a thematic supplement to the lesson and that pre and post work depends on personal attitudes in addition to curriculum requirements. The school students expect above all experimental and practical work, but also an increase in knowledge. Despite of that they do not like to much theory. Both, a sufficient pre work at school and the fulfillment of expectations proved to be significant predictors in the multilevel analyzes with a positive effect on the short-term development of interest and self-concept.

The third study sheds light on the views of laboratory operators and employees on the aims and tools of their offerings and collaboration with teachers, and discusses the findings of the three studies to create general recommendations for out-of-school laboratories. Difficulties in defining aims precisely and questioning design tools in a goal-oriented manner as well as different aspirations and subjective gender theories were problematic in the interviews. Furthermore, only one laboratory required a pre and

*Abstract*

post work at school while the others partially have some pent-up demand to enable the accompanying teachers to prepare and follow up on a laboratory visit at school.

In summary, the study results in five general recommendations for out-of-school laboratories: 1. Define the objectives of the laboratory and question the means of design, 2. Question subjective gender theories, 3. Consider students' expectations, 4. Work together with accompanying teachers and facilitate pre and post work at school, 5. Enhance the laboratory features relevance, autonomy and quality of instruction.

The thesis ends with an overall discussion. This provides an overview of the studies with their central findings, defines the limits of the examinations and implications for further research.

The appendix contains further analyzes as well as the survey instruments.

## Zusammenfassung

Die vorliegende publikationsbasierte Dissertation beinhaltet vier Aufsätze, die entweder bereits angenommen und im Druck sind oder derzeit in Peer-Review-Verfahren begutachtet werden. Diese vier Manuskripte, die teils ähnliche teils thematisch verwandte Forschungsfragen behandeln, werden von einer Einführung in das Thema der Arbeit und einer Gesamtdiskussion gerahmt.

Das Dissertationsprojekt untersucht verschiedene Schülerlabore der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) mit dem Ziel, allgemeine Handlungsempfehlungen für Schülerlabore zu entwickeln. Hierbei stehen sowohl Betreibende und Mitarbeitende der Schülerlaborprojekte als auch begleitende Lehrkräfte und teilnehmende Schülerinnen und Schüler im Blickfeld der Analysen.

Die Einleitung stellt den Forschungsstand und die Forschungslücke zu Schülerlaboren dar, gibt einen Überblick über die der Arbeit zugrundeliegenden theoretischen Annahmen und erläutert die Forschungsfragen der Studien.

Die Wirksamkeit außerschulischer Experimentiereinrichtungen, wie Schülerlabore, stand bereits bei einigen Arbeiten im Zentrum der Forschungsbemühungen, wie ein Überblick in Kapitel 1 zeigt. Die bisherigen Ergebnisse hinsichtlich kurz- und langfristiger Effekte auf die Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des Fähigkeitsselbstkonzeptes sind jedoch widersprüchlich und teilweise aufgrund methodischer Mängel nicht eindeutig. Studie 1 untersucht mittels eines Pre-Post-Follow-Up-Designs unter Anwendung von Multilevelanalysen, welche die hierarchische Struktur der Daten berücksichtigen, die Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des naturwissenschaftlich-technischen Fähigkeitsselbstkonzeptes der Schülerinnen und Schüler sowohl in der Zeit des Laborbesuches als auch in der Zeit nach dem Laborbesuch (9-12 Wochen). Die Ergebnisse zeigen das Potential der Schülerlabore der TU Berlin, das Interesse an Naturwissenschaften und das Fähigkeitsselbstkonzept sowohl kurz- als auch längerfristig signifikant zu fördern, das Interesse am Experimentieren konnte hingegen nur kurzfristig gefördert werden. Als förderlich für die kurzfristige Entwicklung der Variablen erwiesen sich die Labormerkmale Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität.

Die zweite Studie untersucht die Unterrichtseinbindung und Erwartungen bzw. die Erwartungserfüllung und wendet hierzu sowohl quantitative (die vormals erwähnte Fragebogenerhebung) als auch qualitative Methoden (leitfadengestützte Interviews) an. Zu den wesentlichen Ergebnissen gehört, dass die begleitenden Lehrkräfte mit dem Laborbesuch eine berufliche Orientierung und thematische Ergänzung des Unterrichts verbinden und die Unterrichtseinbindung neben Lehrplanvorgaben unter anderem von persönlichen Einstellungen abhängt. Die Schülerinnen und Schüler erwarten vor allem experimentelles und praktisches Arbeiten, aber auch einen Wissenszuwachs, während sie auf zu viel Theorie keine Lust haben. Sowohl die ausreichende Unterrichtsvorbereitung als auch die Erwartungserfüllung erwiesen sich in den Multilevelanalysen als signifikante Prädiktoren mit einem positiven Effekt auf die kurzfristige Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes.

Studie 3 beleuchtet die Sichtweise der Laborbetreibenden und Mitarbeitenden auf die Ziele und Gestaltungsmittel ihrer Angebote und die Zusammenarbeit mit den Lehrkräften und diskutiert die Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchungen hinsichtlich der Ableitung von allgemeinen

## *Abstract*

Handlungsempfehlungen. Problematisch fielen in den Interviews Schwierigkeiten, Ziele genau zu definieren und Gestaltungsmittel zielorientiert zu hinterfragen, sowie uneinheitliche Zielvorstellungen und subjektive Geschlechtertheorien auf. Des Weiteren setzte nur ein Labor die Unterrichtseinbindung des Projektes voraus, bei den anderen herrschte teilweise Nachholbedarf hinsichtlich der Zusammenarbeit mit den begleitenden Lehrkräften, um eine Unterrichtseinbindung zu ermöglichen. Zusammenfassend ergab die Studie fünf allgemeine Handlungsempfehlungen für Schülerlabore: 1. Ziele des Labors definieren und Gestaltungsmittel hinterfragen, 2. Immanente subjektive Geschlechtertheorien hinterfragen, 3. Erwartungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen, 4. Mit begleitenden Lehrkräften zusammenarbeiten und eine Unterrichtseinbindung ermöglichen, 5. Stärkung der Labormerkmale Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität.

Die Dissertation schließt mit einer Gesamtdiskussion. Diese stellt die Studien im Überblick mit ihren zentralen Befunden dar, benennt Grenzen der Untersuchungen und Implikationen für die weitere Forschung.

Im Anhang befinden sich weitere Analysen sowie die Befragungsinstrumente.

## Danksagung

Endlich ist es Zeit, Danke zu sagen! Viele Menschen haben mich im Laufe des Entstehens dieser Arbeit unterstützt und auf diese Weise den Abschluss dieses Dissertationsprojektes ermöglicht.

Bedanken möchte ich mich in erster Linie bei meinen Doktoreltern: Meinem Doktorvater, Herr Prof. Dr.-Ing. Paul Uwe Thamsen, der mir die Möglichkeit und den Freiraum gab, dieses für das Fachgebiet Fluidsystemdynamik doch ungewöhnliche Thema Schülerlabore zu bearbeiten, und mir stets mit persönlichem Rat zur Seite stand. Meiner Doktormutter, Frau Prof.<sup>in</sup> Dr. Angela Ittel, die trotz ihres Amtes als Vizepräsidentin für Strategische Entwicklung, Nachwuchs und Lehrkräftebildung die fachliche Betreuung dieser Arbeit bereitwillig übernahm und mir viele wesentliche Hinweise gab.

Vielen Dank an Frau Prof.<sup>in</sup> Dr. Rebecca Lazarides von der Universität Potsdam für die Übernahme des dritten Gutachtens.

Großer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Jan Pfetsch für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit an einem Artikel dieser Dissertation sowie viele Stunden anregender methodischer Diskussion und zahlreiche wertvolle kritische Anmerkungen.

Die Motivation zu dieser Arbeit und Fragestellung entstammt meiner Abschlussarbeit im Jahr 2013. Herr René Schubert, Lehrer am Marie-Curie-Gymnasium in Dallgow-Döberitz, kam Ende 2012 an unser Fachgebiet mit der Bitte, hier eine Schülerprojektwoche zum Thema Strömungsphänomene für seine Schülerinnen und Schüler der 11. Klasse durchzuführen. Die Konzeption, Durchführung und Evaluation dieser Schülerprojektwoche wurden zur Aufgabe meiner Masterarbeit. Ich danke Herrn Schubert für sein Engagement, seine Idee und seine durchgehende Unterstützung der Datenerhebung im Verlaufe meiner Dissertation.

Auch die Laborbetreibenden und Mitarbeitenden der Schülerlabore haben durch ihre Bereitschaft zur Mitarbeit, zum Interview und Unterstützung der Fragebogenerhebung vor und nach ihren Projekten wesentlich zum Gelingen der Untersuchung beigetragen. Hier gilt vor allem Frau Dr. Claudia Ermel, Hr. Dr. Lars Merkel, Sonja Hossbach, Ariane Thiele, Tina Schulz sowie Verena Ehrenberg und Nadine Klein mein herzlicher Dank.

Ein Dank gebührt natürlich auch den vielen Schülerinnen und Schülern, die geduldig und sorgfältig die Fragebögen ausfüllten oder sich für ein Interview zur Verfügung stellten und den begleitenden Lehrkräften, die sich ebenfalls interviewen ließen und die Erhebung nach Kräften unterstützten.

Auch bei meinen Kolleginnen und Kollegen des Fachgebietes Fluidsystemdynamik möchte ich mich für die stetige Unterstützung und das Verständnis herzlich bedanken. Großer Dank gilt hier meinen ehemaligen Kollegen Anne Treder, Matthias Voß und Raja Abou-Ackl, meinem Bürokollegen (und Leidensgenossen) Andreas Swienty für seine Geduld und die Wartung der Kaffeemaschine; Carsten Strauch, Michael Pöhler, Moritz Mühlbauer, David Tilcher und Anatolij Marinin für ihre unerschöpfliche Hilfsbereitschaft, Christopher Bölter für die Übernahme vieler Lehrveranstaltungen, was mir Freiräume zur Fertigstellung dieser Arbeit ermöglichte, Julija Peter für wertvolle Ratschläge, Raja-Louisa Mitchell insbesondere für die Korrektur des englischsprachigen Artikels und Kristina Kang für die Korrektur der vorliegenden Arbeit.

## *Danksagung*

Für die Unterstützung der Datenerhebung und Datenauswertung im Rahmen ihrer Projekt- oder Abschlussarbeiten möchte ich einigen Studierenden, wie Nadine Köster, Fabian Habur, Marija Širić, Katrin Lietz, Susann Kunde, Luisa Hannemann und Loreen Schäfer danken sowie einigen studentischen Hilfskräften des Fachgebietes Fluidsystemdynamik Florian Heining, Jan Göing, Viktorija Grigorjeva.

Ein besonderer Dank gilt nicht zuletzt meiner Familie. Meinen Eltern und Schwiegereltern vielen Dank für ihre Unterstützung, insbesondere bei der Kinderbetreuung. Meinem Mann Andreas und meinen Kindern Emil, Elli und Erwin danke ich, dass sie mich stets daran erinnerten, dass es auch noch ein Leben neben der Promotion gibt, und meine schlechten Launen in stressigen Zeiten mit Geduld ertrugen.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung und theoretischer Rahmen der Arbeit</b> .....	<b>1</b>
<i>1.1 Schülerlabore</i> .....	2
1.1.1 Die untersuchten Schülerlabore.....	3
1.1.2 Forschungsstand zu Schülerlaboren.....	4
1.1.3 Forschungslücke .....	8
<i>1.2 Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Erwartungen</i> .....	10
<i>1.3 Zielsetzung und Fragestellung der Studie</i> .....	17
<b>2 Publikationen</b> .....	<b>20</b>
2.1 Studie 1.....	20
The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept .....	20
2.2 Studie 2.....	49
Untersuchung der Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches und der Erwartungen begleitender Lehrkräfte sowie teilnehmender Schülerinnen und Schüler.....	49
Erwartungen der Schüler*innen an den Besuch eines Schülerlabors an der Technischen Universität Berlin .....	59
2.3 Studie 3.....	62
Handlungsempfehlungen für Schülerlabore .....	62
<b>3 Diskussion</b> .....	<b>67</b>
3.1 Überblick über die Publikationen .....	67
3.1.1 Studie 1 .....	67
3.1.2 Studie 2 .....	71
3.1.3 Studie 3 .....	75
3.2 Fazit und Ausblick.....	79
3.2.1 Grenzen dieser Untersuchung und Implikationen für weitere Forschung.....	79
3.2.2 Erkenntnisse .....	84
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>XVII</b>
<i>Anhang A: Analyse der Leitfadenterviews mit den Laborbetreibenden</i> .....	XVII

<i>Anhang B: Kategoriensystem Laborbetreibende (Auszug)</i> .....	XXXIV
<i>Anhang C: Leitfäden</i> .....	XXXVI
Leitfaden für die Interviews mit den Laborbetreibenden und Mitarbeitenden .....	XXXVI
Leitfaden für die Interviews mit den begleitenden Lehrkräften .....	XXXVII
Leitfaden für die Interviews mit den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern .....	XXXVIII
<i>Anhang D: Skalendokumentation</i> .....	XXXIX
<i>Anhang E: Befragungsinstrumente</i> .....	XLV
Fragebogen direkt vor Beginn des Schülerlaborprojektes (T1).....	XLV
Fragebogen direkt nach dem Schülerlaborprojekt (T2) .....	XLVIII
Fragebogen nach 9-12 Wochen (T3) .....	LII
<i>Anhang F: Ergänzende Ergebnisse</i> .....	LVI
<i>Anhang G: Posterbeiträge</i> .....	LXVI

## Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgemeinschaft
AV	abhängige Variable
IAIS	Intelligente Analyse- und Informationssysteme
MCAR	missing completely at random
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik
PISA	Programme for International Student Assessment
SPSS	Statistic Package for Social Sciences
TIMSS	Trends in International Mathematics and Sciences Study
TU Berlin	Technische Universität Berlin
UV	unabhängige Variable

## 1 Einleitung und theoretischer Rahmen der Arbeit

Ziel dieses Dissertationsprojektes ist die Untersuchung der Wirksamkeit der Schülerlabore an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin). Auf Grundlage dieser Untersuchung und der hieraus entstehenden Ergebnisse sind Empfehlungen zur Verbesserung der Arbeit der beteiligten Schülerlabore auszuarbeiten. Schülerlabore sind außerschulische Experimentiereinrichtungen, derzeit sind rund 400 im Bundesverband der Schülerlabore e.V.-LernortLabor registriert, als deren Ziel häufig die Förderung des Interesses und der Aufgeschlossenheit der Schülerinnen und Schüler gegenüber Naturwissenschaften und Technik genannt wird. Bisherige Forschungsergebnisse zur Wirksamkeit eines Schülerlaborbesuches sind jedoch uneinheitlich. Mittels einer Fragebogenerhebung im Pre-Post-Follow-Up-Design wird daher in dieser Arbeit untersucht, inwiefern die Schülerlabore der TU Berlin das individuelle Interesse an Naturwissenschaften, das Interesse am Experimentieren und das Fähigkeitsselbstkonzept bezogen auf MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler fördern. Hierbei wird ebenfalls der Einfluss der Laborvariablen Alltagsbezug, Autonomie, Authentizität und Instruktionsqualität, von denen ein fördernder Effekt angenommen wird, auf die Entwicklung der Variablen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept analysiert. Diese Untersuchung gibt erste Hinweise zur Gestaltung von Schülerlaboren.

Das vorliegende Dissertationsprojekt hat das anspruchsvolle Ziel, alle Beteiligten eines Schülerlaborbesuches in dieser Untersuchung zu berücksichtigen. Aus diesem Grund werden neben der Fragebogenerhebung auch leitfadengestützte Interviews mit den Betreibenden und Mitarbeitenden der Schülerlaborprojekte, Interviews mit begleitenden Lehrkräften und Vorher-Nachher-Interviews mit teilnehmenden Schülerinnen und Schülern durchgeführt.

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Studien haben je eigene Schwerpunkte und Forschungsfragen. So geht die erste Studie der Frage nach, welche kurz- und längerfristigen Effekte der Besuch eines Schülerlabors der TU Berlin auf die Entwicklung der Schülervariablen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept hat. Die zweite Studie beleuchtet die Unterrichtseinbindung des Laborbesuches sowohl qualitativ aus Sicht der Lehrkraft als auch anhand quantitativer Ergebnisse aus der Fragebogenerhebung. Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt dieser Studie stellt das noch recht junge Forschungsgebiet der Erwartungen dar, und zwar sowohl der begleitenden Lehrkräfte als auch der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler. Auch dieser Untersuchungsaspekt wird durch quantitative Ergebnisse erweitert. Analysiert wird hier die Erwartungserfüllung und deren Effekte, ein neues Feld auf dem Gebiet der Schülerlaborforschung. Die dritte Studie beleuchtet die Laborbetreibenden sowie Mitarbeitenden und deren Sichtweise auf Ziele der Angebote, Gestaltungsmittel und Zusammenarbeit mit Lehrkräften, die die Angebote mit ihren Klassen nutzen. Schließlich fasst diese letzte Studie die aus den Ergebnissen der Untersuchungen abgeleiteten Handlungsempfehlungen für Schülerlabore im Allgemeinen und für die Schülerlabore der TU Berlin im Besonderen zusammen.

## 1.1 Schülerlabore

Die Etablierung von Schülerlaboren wird häufig mit dem Schock über die Ergebnisse der ersten TIMSS- (Trends in International Mathematics and Sciences Study) und PISA-Studien (Programme for International Student Assessment) assoziiert. Tatsächlich setzte die erste Gründungswelle dieser außerschulischen Lernorte in Deutschland 1996 kurz nach der ersten TIMSS-Studie aus Sorge um den naturwissenschaftlichen und technischen Nachwuchs ein (Dähnhardt, Sommer & Euler 2007). Die Zahl dieser Angebote ist seitdem stetig gestiegen. Auf der Homepage des Bundesverbandes der Schülerlabore LernortLabor sind derzeit 393 Schülerlabore (LernortLabor - Bundesverband der Schülerlabore e.V. 2019, Stand 09.2019) bundesweit eingetragen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die tatsächliche Menge deutlich größer ist, ist doch von den in dieser Studie untersuchten Schülerlaboren der TU Berlin nur eines auf der Liste des Bundesverbandes registriert. Die Schülerlaborlandschaft ist durch eine große Vielfalt an Inhalten und Anbietern gekennzeichnet, die eine einheitliche Definition erschweren. So sind Schülerlabore beispielsweise an Universitäten und Fachhochschulen oder Forschungseinrichtungen, aber auch an Wirtschaftsunternehmen oder Museen angesiedelt. Haupt et al. (2013, S. 11) grenzen Schülerlabore durch folgende Merkmale von anderen außerschulischen Lernorten ab:

- dauerhafter Betrieb anspruchsvoller und authentischer Laboreinrichtungen
- Möglichkeit des eigenständigen Experimentierens für Schülerinnen und Schüler
- intensive, weitgehend individuelle Betreuung durch engagiertes Fachpersonal

Im selben Artikel (Haupt et al. 2013, S. 4) ist von Schülerlaboren als eine „Teilmenge der außerschulischen MINT-Lernorte“ nur dann zu sprechen, „wenn die Schülerinnen und Schüler eigenständig experimentieren und diese Arbeitsweise ein Schwerpunkt des außerschulischen MINT-Lernorts ist“. Diese Definition ist seit der Gründung erster Schülerlabore im Bereich der Geisteswissenschaften überholt, so dass der Bundesverband allgemeiner von „außerschulischen Mitmach-Laboren“ spricht (LernortLabor e. V. 2018). Übergreifendes Ziel dieser Labore ist die Förderung des Interesses und wissenschaftlichen Nachwuchses. Um trotz dieser allgemeinen Beschreibung das Profil dieser außerschulischen Angebote zu schärfen, teilt der Bundesverband LernortLabor Schülerlabore seit 2013 in Kategorien ein. Diese wurden im erwähnten Artikel (Haupt et al. 2013) erstmals definiert und seitdem um zwei Kategorien erweitert (LernortLabor e. V. 2018). Die *klassischen Schülerlabore* werden von ganzen Klassen im Rahmen eines Schulausflugs besucht und bieten Angebote mit Bezug zum Rahmenlehrplan. Dem gegenüber stehen *Schülerforschungszentren*, die individuell von interessierten Kindern und Jugendlichen in ihrer Freizeit besucht werden und ihnen das Arbeiten an eigenen Projekten ohne Bezug zum Lehrplan ermöglichen. Als *Lehr-Lern-Labore* werden Schülerlabore bezeichnet, die in die Lehramtsausbildung an Universitäten integriert sind. In der Kategorie *Schülerlabor zur Wissenskommunikation* finden sich Angebote, die an Forschungszentren angesiedelt sind und einen Einblick in Forschung und wissenschaftliches Arbeiten geben. Schülerlabore, die oft von Unternehmen betrieben werden und unternehmerisches Denken und Handeln mit Bezug zur realen Wirtschaft vermitteln, werden in der Kategorie *Schülerlabor mit Bezug zu Unternehmertum* zusammengefasst. *Schülerlabore mit Berufsorientierung* widmen sich schwerpunktmäßig dieser Aufgabe. Sie wollen den Berufseinstieg der Schülerinnen und Schüler durch

das Aufzeigen der Möglichkeiten der heutigen Arbeitswelt und Stärkung individueller Interessen und Kompetenzen erleichtern. *Schülerlabore zum Engineering/Entwicklung und Produktion*, wie Jugendwerkstätten, richten sich wie Schülerforschungszentren an einzelne Kinder und Jugendliche und fördern deren eigenständiges Arbeiten an selbstgewählten technischen Projekten. Die letzte noch junge Kategorie stellen die *Schülerlabore der Geisteswissenschaften* dar, in welchen in Abgrenzung zum Großteil der Schülerlabore aus dem MINT-Bereich Themen der Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften behandelt werden.

Die kurze Beschreibung der Kategorien soll die Vielfalt der Schülerlabore verdeutlicht haben. Die untersuchten Schülerlabore lassen sich mehrheitlich der Kategorie der *klassischen Schülerlabore* zuordnen, auch wenn ein Lehrplanbezug der Inhalte nicht immer gegeben ist.

### 1.1.1 Die untersuchten Schülerlabore

Die teilnehmenden Schülerlabore dieser Studie bieten Workshops im MINT-Bereich an. Die Dauer variiert von wenigen Stunden bis zu einer ganzen Woche. Im Folgenden werden die untersuchten Labore in ihren Besonderheiten vorgestellt.

Das *dEIn-Labor* bietet verschiedene Workshops für ganze Klassen von Grundschule bis Sekundarstufe I und II an. Die kürzesten Angebote sind 2,5 Stunden lang und sind für Schüler und Schülerinnen der Primarstufe. Die längsten Workshops sind mehrtägige Projekte für die Sekundarstufe I und II. Dazwischen gibt es die verschiedensten Angebote mit Inhalten zu Elektronik, Programmierung, Robotik und Sensorik. Vorwiegend wird das Schülerlabor von Lehrkräften für ihre Klassen gebucht, daneben bietet das Labor aber auch Ferienworkshops an.

Das *Schülerinnenlabor* richtet sich vor allem an Mädchen der 3.-8. Klasse und bietet für diese Workshops im Rahmen von Schulausflügen als auch in den Ferien von 3-4 Stunden an. Sofern Lehrkräfte das Angebot mit ihren gemischten Klassen wahrnehmen, werden die Kinder im Labor in geschlechtshomogene Kleingruppen aufgeteilt. Während des Schülerlabors werden an Stationen Experimente zu verschiedenen Strömungsphänomenen durchgeführt. Optional findet im Rahmen des Angebotes auch eine Laborführung u.a. in den Windkanal statt.

Das *Chemielabor* bietet in enger Absprache mit den begleitenden Lehrkräften vorwiegend für die Sekundarstufe II Experimente für verschiedene Bereiche der Chemie sowie Informationen zum Chemiestudium an. Das Angebot dauert je nach Absprache zwischen zwei und sechs Stunden und enthält optional auch eine Laborführung bspw. im Bereich der physikalischen Chemie.

Zwei Schülerlabore an der TU Berlin arbeiten mit dem Konzept „Roberta® – Lernen mit Robotern“ (Roberta-Initiative 2018), richten sich aber an unterschiedliche Zielgruppen.

Das Labor *Roberta\** bietet die Kurse vorwiegend nur für Mädchen der 6.-8. Klassen an. Diese werden für Schulausflüge von Lehrkräften gebucht oder als Einzelanmeldungen für einen Ferienkurs. Auch als Event für Geburtstage werden die Kurse ab einer bestimmten Gruppengröße angeboten. Die Workshops dauern maximal vier Stunden. Hier lernen die Mädchen einfache Roboter zu bauen und werden in die Grundzüge einer kindgerechten Programmiersprache eingewiesen. Des Weiteren bietet das Labor eine AG (Arbeitsgemeinschaft) in der Klassenstufe 7 an einer Kooperationsschule an, die aber nicht Gegenstand dieser Untersuchung ist.

Das Labor *ROBO - Roboterworkshops* richtet sich mit seinen Programmierworkshops von maximal 4,5h Länge im Gegenzug an Jungen oder gemischte Gruppen der 5.-8. Klasse und wird für Schulklassen von Lehrkräften und Berufsorientierungszentren gebucht oder als Privatveranstaltung ab mindestens sechs Kindern.

Die *Schülerprojektwoche* wird vom Fachgebiet Fluidsystemdynamik angeboten und richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II. Das Angebot dauert von Montag bis Freitag jeweils vier Stunden. Den Teilnehmenden werden einige Grundlagen der Strömungslehre vermittelt samt Berechnung und mannigfaltiger praktischer Anwendung durch selbstständiges Experimentieren in Kleingruppen. Die Woche schließt mit einer ausführlichen Führung in die Versuchshalle und einen Einblick in die facettenreiche Forschung des Fachgebietes. Das Angebot wird von kooperierenden Schulen im Rahmen ihrer Projektwochen wahrgenommen.

Von den bisher beschriebenen Laboren wurden insgesamt 33 Workshops im Rahmen der Fragebogenerhebung evaluiert. Zwei weitere Labore, das LABgirls Physik und das LABgirls Chemie, nahmen an den Laborinterviews teil. Die Workshops dieser Labore wurden jedoch nicht erhoben, da sie im Rahmen des TechnoClubs als wöchentliche AG von einzelnen Schülerinnen besucht werden und daher andere Rahmenbedingungen als die anderen Schülerlabore aufweisen.

### 1.1.2 Forschungsstand zu Schülerlaboren

Die internationale Forschung, bspw. die Ergebnisse aus dem amerikanischen Raum, beziehen sich nicht auf die Kategorie der klassischen Schülerlabore, sondern vorwiegend auf Science Center oder Museen, in denen die Anleitung der Schülerinnen und Schüler der Lehrkraft obliegt (Guderian & Priemer 2008). Im Rahmen der Schülerlaborforschung in Deutschland sind in den letzten Jahren eine Reihe an Dissertationen entstanden, die die Wirksamkeit klassischer Schülerlabore analysieren. Dabei untersuchen die meisten vor allem die kurz- bis mittelfristigen Effekte auf das Interesse und das Fähigkeitsselbstkonzept der Schülerinnen und Schüler in Abhängigkeit von Persönlichkeitsmerkmalen und den wahrgenommenen Laborvariablen (Euler & Weißnigk 2011).<sup>1</sup>

Diese Wirksamkeitsforschung zu Schülerlaboren nahm ihren wesentlichen Ausgangspunkt in der Dissertation von Katrin Engeln (2004).

Engeln (2004): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 334 Schülerinnen und Schülern der 9. und 10. Klasse, einmaliger Besuch, zwei Messzeitpunkte (post/follow-up) AV (abhängige Variable): aktuelles (situationales) Interesses, UV (unabhängige Variablen): u.a. Geschlecht, dispositionales Interesse, Selbstkonzept, einige Laborvariablen. *Ergebnisse*: Zwischen den Messzeitpunkten fallen emotionales und epistemisches Interesse ab, das wertbezogene steigt. Die Laborvariablen Herausforderung,

---

<sup>1</sup> Da die Untersuchungen zu Schülerlaboren in Deutschland andere Bedingungen als internationale Studien haben, wird hier auf nationale Forschungsarbeiten fokussiert, die nachfolgend kurz vorgestellt werden. Dabei bezieht sich die Übersicht auf die als wesentlich erachteten Dissertationen auf diesem Gebiet, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Verständlichkeit, Offenheit und Authentizität beeinflussen die Interessenkomponenten des situationalen Interesses in unterschiedlicher Weise. Aufgrund des Verzichtes auf eine Eingangsbefragung bleibt die Wirksamkeit der Labore ungewiss.

Scharfenberg (2005): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 363 Schülerinnen und Schülern, 12. Klasse, drei verschiedene Untersuchungs- und eine Kontrollgruppe, einmaliger Besuch, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up), AV: Akzeptanz, Wissenserwerb, epistemisches Interesse. UV: u.a. Geschlecht, Experimentiererfahrung, schulischer Leistungsstand, Interventionsgruppen *Ergebnisse*: Experimentiermöglichkeit im Schülerlabor entscheidend für die Akzeptanz. Kurzfristiger Lernerfolg im Schülerlabor höher, aber kein Unterschied nach sechs Wochen. Epistemisches Interesse der Schülerinnen in den experimentellen Gruppen nimmt ab, in der Kontrollgruppe bleibt es stabil. Die Interessenförderung durch Experimente wurde nicht bestätigt.

Brandt (2005): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 494 Schülerinnen der 7. und 8. Klasse, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up) mit Kontrollgruppe, einmaliger Besuch, AV: Motivation, aktuelles Interesse, Sachinteresse, Berufsinteresse, Fähigkeitsselbstkonzept. UV: u.a. Geschlecht, Alter, Schultyp. *Ergebnisse*: positive Effekte auf Fähigkeitsselbstkonzept und intrinsische Motivation nur kurzfristig signifikant. Positiver Effekt auf Berufsinteresse bleibt auch nach vier Monaten erhalten. Keine Effekte beim Sachinteresse.

Guderian (2007): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 46 Kindern der 5. Klasse, 37 Achtklässlern mit spezieller Unterrichtseinbindung und 10 Achtklässlern ohne Unterrichtseinbindung als Kontrollgruppe, dreimaliger Besuch, jeweils zwei Messzeitpunkte (post/follow-up), insgesamt bis zu sechs. AV: aktuelles Interesse, individuelles Interesse. UV: Geschlecht, Unterrichtseinbindung. *Ergebnisse*: kurzfristige positive Effekte, alternierender Verlauf des aktuellen Interesses über alle Messzeitpunkte, positiver Effekt ist nur bei den Achtklässlern stabil, aber bei Fünftklässlern wird ein höheres aktuelles Interesse erzeugt. Effekte einer speziellen Unterrichtseinbindung bleiben aufgrund der geringen Stichprobengröße unklar. Kein Effekt auf das Sachinteresse.

Glowinski (2007): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 378 Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II, zwei Messzeitpunkte (post/follow-up), einmaliger Besuch. AV: aktuelles Interesse. UV: u.a. Geschlecht, individuelles Interesse, Selbstkonzept, Labormerkmale, Unterrichtseinbindung. *Ergebnisse*: aktuelles und individuelles Interesse sinken nach dem Laborbesuch signifikant ab, positiver Zusammenhang zwischen der Unterrichtsvorbereitung und dem aktuellen Interesse als auch dem Kompetenzerleben. Positive Einflüsse der Labormerkmale Instruktionsqualität und Kontextorientierung. Aufgrund des Verzichtes auf einen Eingangstest, sind Aussagen zur Wirksamkeit des Laborbesuches unsicher.

Pawek (2009): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 734 Schülerinnen und Schülern der 9.-13. Klasse, einmaliger Besuch, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up). AV: aktuelles Interesse (post/follow-up) und Sachinteresse (pre/follow-up), Fähigkeitsselbstkonzept. UV: u.a. Alter, Geschlecht, Fachinteresse, Sachinteresse, Unterrichtseinbindung, Labormerkmale. *Ergebnisse*: positiver kurzfristiger Effekt auf das aktuelle Interesse, die wertbezogene Komponente bleibt auch mittelfristig stabil. Positiver mittelfristiger Effekt auf das Fähigkeitsselbstkonzept, trotz Absinken zum dritten Messzeitpunkt. Keine positiven



Effekte auf das Sachinteresse. Labormerkmale zeigen sich als bedeutsame Prädiktoren für die Komponenten des aktuellen Interesses.

Zehren (2009): *Anlage*: Fragebogen- und Interviewstudie mit Schülerinnen und Schülern ab 8. Klasse sowie Lehrkräften, mehrmalige in den Unterrichtsverlauf eingebundene Besuche, Teilnahme 1, 2 und 5 Jahre ( $N=26$ ), Kontrollgruppe ( $N=56$ ), Messzeitpunkt zum Ende des 1., 2. und 5. Jahres. AV: Motivation, Interesse, Naturwissenschaftsverständnis. UV: Labormerkmale, Unterrichtseinbindung. *Ergebnisse*: Teilnehmende der Praktika zeigten u.a. größeres Selbstvertrauen, Einfallsreichtum und Interesse.

Damerau (2012): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 631 Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe, einmaliger Besuch, drei Treatment-, eine Kontrollgruppe, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up). AV: experimentbezogene Selbstwirksamkeitserwartung, aktuelles Interesse, Selbstkonzept, Wissenserwerb. UV: u.a. Geschlecht, Migrationshintergrund, Fach- und Sachinteresse, Laborvariablen. *Ergebnisse*: bedeutsamer Lernzuwachs der Laborgruppen, nur kurzfristige Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzeptes, aktuelles Interesse (nur post/follow-up) sinkt nach dem Laborbesuch, keine weiteren Aussagen hierzu möglich, da auf Pretest verzichtet wurde.

Weßnigk (2013): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 324 Jugendlichen zwischen 14-19 Jahren, einmaliger Laborbesuch, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up), verschiedene Teams. AV: Image der Naturwissenschaften, Fähigkeitsselbstkonzept, Berufsorientierung. UV: u.a. Geschlecht, Fach- und Sachinteresse, Teammerkmale. *Ergebnisse*: Verbesserung des Images der Naturwissenschaften, kurzfristige Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzeptes, mittelfristige Steigerung nur für das Physikfähigkeitsselbstkonzept der Mädchen, positiver Effekt auf naturwissenschaftliche Berufsorientierung der Mädchen.

Itzek-Greulich (2015): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 1287 Schülerinnen und Schülern der 9. Klassen Realschule, einmaliger Besuch, zwei Messzeitpunkte (pre/post), drei Treatment-, eine Kontrollgruppe. AV: Leistungsmotivation, Lernemotionen, Lernleistung. UV: u.a. Geschlecht, Unterrichtseinbindung, Vorwissen. *Ergebnisse*: Schülerlaborgruppe ohne Unterrichtseinbindung geringere Lernleistung als andere Treatmentgruppen, höhere Leistungsmotivation der Treatmentgruppen mit Schülerlaborbesuch, generell stärkere Effekte der praktischen Laborarbeit unabhängig vom Lernort. Mittelfristige Effekte wurden nicht untersucht.

Huwer (2015): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 331 Schülerinnen und Schülern, Klasse 5 und 10, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up), Experimental- und Wartekontrollgruppe. AV: Motivation, Wissenszuwachs. UV: u.a. Geschlecht, Schule, Gruppe. *Ergebnisse*: Steigerung des Wissenserwerbs, Effekte auf die Motivation sind nicht eindeutig.

Streller (2016): *Anlage*: Fragebogenerhebung mit 855 Schülerinnen und Schülern ab Klasse 10, einmaliger Besuch, drei Messzeitpunkte (pre/post/follow-up), zwei Treatmentgruppen: Schülerlaborbesuch mit und ohne Vor- und Nachbereitung per Online-Portal. AV: Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Berufsinteresse. UV: u.a. Geschlecht, Gruppe. *Ergebnisse*: Online-Portal zeigt positiven Effekt auf Selbstkonzept, nur kurzfristig positiven Effekt auf aktuelles Interesse. Positive Effekte des Online-Portals auf das Interesse an Naturwissenschaften und das Berufsinteresse.

Die bisher vorgestellten Untersuchungen bezogen sich auf die Wirksamkeit der Schülerlabore. Übergreifend lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen. Schülerlabore haben das Potential, das

Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept sowie den Wissenserwerb zu fördern, zumeist sind diese Effekte jedoch nicht nachhaltig. Eine Vor- und Nachbereitung scheint die Nachhaltigkeit zu verbessern, findet jedoch selten statt (Pawek 2009).

Unberücksichtigt blieben in diesen Studien die Erwartungen der Teilnehmenden, sowohl der Lehrpersonen als auch der Schülerinnen und Schüler. Diese wurden erst in jüngster Zeit zum Forschungsgegenstand. Internationale Forschungsergebnisse zur Perspektive der Lehrkraft beziehen sich, wie auch bei den Wirksamkeitsuntersuchungen, vor allem auf den Besuch von Science Centern und Museen. Einen guten Überblick gibt hier Klaes (2008) sowie Garner und Eilks (2015). Im deutschsprachigen Raum war auf diesem Gebiet ebenfalls die Museumsforschung vorreitend, wie die Studie von Lewalter und Geyer (2008).

Esther Klaes (2008) betrachtete die Perspektive der Lehrkräfte bezogen auf die Nutzung außerschulischer Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dazu wurden per Fragebogen und Leitfadeninterviews Einstellungen und Erfahrungen zu außerschulischen Lernorten im Allgemeinen und zu einem besuchten Science Center im Besonderen sowie die Unterrichtseinbindung untersucht. Die befragten Lehrkräfte erwarteten vor allem das praktische selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler am außerschulischen Lernort und verbanden mit dem Besuch das Ziel, das Interesse der Teilnehmenden zu wecken und zu fördern. 90% wünschten sich Vorbereitungsmaterial, dennoch fiel die Vor- und Nachbereitung der Teilnehmenden im Unterricht eher gering aus. Die Studie bezieht sich zwar allgemein auf außerschulische Lernorte, von denen Schülerlabore nur einen Bruchteil abbilden, dennoch lassen sich die Ergebnisse teilweise vergleichen.

Huck, Haan & Plesse (2010) interviewten 20 Laborbetreibende zu ihren Angeboten im Raum Berlin-Brandenburg sowie zwölf Lehrkräfte zu ihren Motiven der Nutzung außerschulischer Experimentierangebote. Letztere nannten vorwiegend bessere Rahmenbedingungen im Vergleich zum Unterricht an der Schule sowie authentische Einblicke in naturwissenschaftliches Arbeiten und Berufsorientierung. Die Förderung des Interesses wurde vergleichsweise selten genannt. Eine Vor- und Nachbereitung führten nicht alle Lehrkräfte durch, teilweise wurde diese „als nicht notwendig erachtet“ (ebd., S.82).

Schmidt, Di Fuccia & Ralle (2011) führten nach einer Fragebogenvorstudie Leitfadeninterviews mit 18 Lehrpersonen sowie zwölf Schulleiterinnen und Schulleitern zu ihren Erwartungen und Erfahrungen an und mit Schülerlaboren. Im Ergebnis dieser Studie halten Lehrkräfte die unterrichtliche Vor- und Nachbereitung größtenteils für unerlässlich, sofern die Schülerlaborinhalte Lehrplanrelevanz aufweisen. Bezüglich der Erwartungen ist die Förderung des Interesses der Schülerinnen und Schüler wichtiger als ein kognitiver Lernzuwachs. Die Durchführung von Experimenten ist des Weiteren eine wesentliche Erwartung, während die Berufsorientierung selten erwähnt wurde.

Nicole Garner (2015) erhob die Erwartungen von 37 Lehrkräften an ein Schülerlabor in einer Fragebogenstudie mit teils offenen und teils Likert-skalierten Fragen. Die Möglichkeit zum Experimentieren stellte hier, noch etwas mehr als die Verbesserung der Einstellung der Schülerinnen und Schüler gegenüber Naturwissenschaften, die wesentliche Erwartung dar. Ebenso soll der Besuch des Schülerlabors den Unterricht sinnvoll ergänzen (Garner & Eilks 2015). Des Weiteren erhofften sich die Lehrpersonen Anregungen für ihren eigenen Unterricht. Eine geringe Rolle spielten ein Lernzuwachs

und die Berufsorientierung. Die Ansichten bezüglich einer unterrichtlichen Einbindung des Besuches wurden nicht betrachtet.

Dieselbe Studie von Garner (2015) stellt die bisher ausführlichste Untersuchung zu den Erwartungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler an einen Besuch im Schülerlabor dar. 461 Schülerinnen und Schüler der Klassen 5-13 nahmen an der Fragebogenerhebung teil. Davon erwartete der Großteil die Durchführung von Experimenten im Schülerlabor sowie bessere Rahmenbedingungen im Vergleich zum schulischen Unterricht. Die Schülerinnen und Schüler erwarteten etwas mehr als die befragten Lehrkräfte ein vertieftes Fachwissen durch den Besuch. Eine erwartete Berufsorientierung wurde bei den Schülerinnen und Schülern selten genannt.

Insgesamt ergeben sich bezüglich der nationalen Studien zu den Perspektiven der Schülerlabornutzenden heterogene Ergebnisse. Zumeist, davon ist die Studie von Huck et al. (2010) ausgenommen, scheinen die Interessenförderung und praktisches Arbeiten im Zentrum der Erwartungen der Lehrkräfte zu stehen, während eine berufliche Orientierung weniger erwartet wird. Die unterrichtliche Einbindung der Besuche wird zwar teilweise als wichtig erachtet, jedoch scheint es an der Umsetzung zu mangeln. Hier erscheint weitere Forschung erstrebenswert.

### **1.1.3 Forschungslücke**

Die bisherigen Studien zur Wirkung eines Schülerlaborbesuches auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes wiesen einige Lücken auf. So wurde oft nur das situationale Interesse als abhängige Variable betrachtet und das individuelle Interesse als unabhängige Variable, weil letzteres als schwer veränderbar angenommen wird. Sollen Schülerlabore aber als Initiator einer Veränderung des individuellen Interesses untersucht werden, welches laut Mokhonko et al. (2014, S. 149) „für weitergehende berufliche Entscheidungen bedeutsamer sein dürfte als das situationale Interesse“, so ist das individuelle Interesse ebenso als unabhängige und veränderliche Variable zu operationalisieren. Bei einigen Studien blieben die Aussagen bezüglich der Wirksamkeit eines Schülerlaborbesuches vage, da auf eine Pre-Testung des Interesses oder Fähigkeitsselbstkonzeptes verzichtet wurde. Oder die Aussagen blieben auf kurzfristige bzw. mittelfristige Effekte beschränkt, wenn nach einer Pre-Befragung nur ein weiterer Messzeitpunkt erfasst wurde. Um den Effekt eines Schülerlaborbesuches auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes sowohl kurz- als auch mittelfristig zu untersuchen, ist ein Pre-Post-Follow-Up-Design nötig. Auch der Einfluss einer Unterrichtseinbindung im Sinne einer Vor- und Nachbereitung kann nur auf diese Weise analysiert werden.

Die Untersuchung der Laborvariablen als Einflussfaktoren blieb bisher weitestgehend auf das situationale Interesse beschränkt. Die Analyse der Laborvariablen als Prädiktoren der kurzfristigen Entwicklung des individuellen Interesses an Naturwissenschaften, des individuellen Interesses an Experimenten und des Fähigkeitsselbstkonzeptes kann jedoch wertvolle Hinweise für die Gestaltung von Schülerlaboren liefern.

Schließlich wurde in den bisherigen Wirksamkeitsstudien (außer Itzek-Greulich 2015) die Mehrebenenstruktur vernachlässigt, welches insbesondere bei mehreren Messzeitpunkten und unterschiedlich großen Stichproben verlässliche Aussagen auf der Individualebene erschwert.

Die Erforschung der Erwartungen sowohl der begleitenden Lehrkräfte als auch der Schülerinnen und Schüler an einen Schülerlaborbesuch steckt noch in den Anfängen. Zwar leistet die Untersuchung von Garner (2015) hier einen wesentlichen Beitrag. Es fehlen zum einen jedoch Untersuchungen, die diese Ergebnisse validieren. Zum anderen steht eine Untersuchung der Erwartungserfüllung und deren Einfluss auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes noch aus. Des Weiteren wurde in vielen Studien postuliert, dass eine Unterrichtseinbindung des Schülerlaborbesuches, von welcher ein positiver Einfluss angenommen und teilweise auch bestätigt werden konnte (Itzek-Greulich 2015), selten stattfindet, die Gründe hierfür blieben jedoch weitgehend unbeachtet. Lediglich der Beitrag von Schmidt et al. (2011) gibt einen ersten Hinweis auf die Lehrplanrelevanz des Schülerlaborthemas als einschränkenden Faktor. Schließlich blieben bei bisherigen Untersuchungen die Laborbetreibenden weitgehend unberücksichtigt, Empfehlungen wurden allgemein und oft nicht auf die Betreibenden fokussiert formuliert.<sup>2</sup> Diese Lücken versucht, die vorliegende Arbeit zu schließen.

---

<sup>2</sup> Eine Ausnahme stellt hier die Untersuchung von Huck et al. (2010) dar, hier wurden neben Lehrkräften auch die Schülerlaborbetreibenden unter anderem zu ihren Zielen befragt.

## 1.2 Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Erwartungen

### Interesse

In der pädagogischen Psychologie werden Interessen als wesentliche Faktoren des Lernens und Prädiktoren der schulischen Leistung betrachtet (Krapp & Prenzel 1992). Nach der Person-Gegenstands-Konzeption bezeichnet Interesse eine besondere Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand (Krapp 1992). Diese entwickelt sich in der Auseinandersetzung einer Person mit seiner Umgebung (Krapp & Prenzel 2011). Der Gegenstand des Interesses kann sowohl ein bestimmtes Wissensgebiet als auch eine bestimmte Tätigkeit oder konkrete Dinge sein (Krapp 1998). Der Person-Gegenstand-Bezug ist durch drei Merkmale gekennzeichnet: Der Interessengegenstand besitzt eine hohe subjektive Bedeutung. Die Auseinandersetzung mit dem Interessengegenstand ist für die Person mit positiven Gefühlen verbunden und auf die Erweiterung des Wissens oder Könnens ausgerichtet (Krapp 1999). In der Interessenforschung wird zwischen dem situationalen Interesse, welches in einer Situation extern ausgelöst wird, und dem individuellen Interesse als relativ zeitstabilem Persönlichkeitsmerkmal unterschieden (Krapp & Ryan 2002). Unter bestimmten Bedingungen kann sich jedoch ein situationales Interesse stabilisieren und zu einem individuellen Interesse entwickeln (Krapp 1998, 2002; Hidi & Renninger 2006; Mitchell 1993). Daher ist ein wesentliches Ziel von Schülerlaboren, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, neugierig zu sein, neue Wissensbereiche zu erkunden, sich individuell beispielsweise mit naturwissenschaftlichen Themen auseinanderzusetzen und Experimente durchzuführen und auf diese Weise das Interesse zu entwickeln und zu fördern. In Anlehnung an Pawek (2009) wird in der vorliegenden Arbeit das individuelle Interesse aufgegliedert als Interesse am Objekt (Interesse an Naturwissenschaften) und dem Interesse an der Tätigkeit (Interesse am Experimentieren) erhoben.

Das Interesse an Naturwissenschaften, so zeigt die Forschung, ist abhängig vom Geschlecht und Alter (Krapp 1998). Während der Schulzeit nimmt das Interesse an MINT, insbesondere Mathematik und Physik, ab und ist bei Mädchen geringer (Rost, Sievers, Häußler, Hoffmann, Langeheine 1999; Lazarides & Ittel 2013; Potvin & Hasni 2014).

Mit dem Einfluss von Schülerlaboren auf das Interesse der Schülerinnen und Schüler haben sich bereits einige Forschungsarbeiten beschäftigt (siehe Kapitel 1). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Schülerlabore das Potential besitzen, das Interesse an Naturwissenschaften kurzfristig zu fördern, im Hinblick auf längerfristige Effekte sind die Ergebnisse jedoch nicht konsistent (Priemer & Pawek 2014). So sinkt in der Studie von Guderian (2007) das Interesse nach dem Laborbesuch wieder ab. Pawek (2009) fand in seiner Studie langfristige Effekte für die wertbezogene Komponente des situationalen Interesses. Guderian, Priemer und Schön (2006) stellten aufgrund erster Ergebnisse ihrer Studie die These auf, dass eine stärkere Unterrichtseinbindung des Laborbesuches den Effekt auf das Interesse längerfristig stabilisiert. Streller (2016) konnte einen positiven Einfluss einer Vor- und Nachbereitung mittels eines Online-Portals auf das Interesse bestätigen. Der Einfluss des Geschlechts und der Klassenstufe auf das Interesse an Naturwissenschaften und das Interesse am Experimentieren konnte in mehreren Studien (Streller 2016; Guderian 2007; Pawek 2009) bestätigt werden.

Wie kann Interesse gefördert werden? Aus der Selbstbestimmungstheorie nach Ryan und Deci (2017) lassen sich drei psychologische Grundbedürfnisse ableiten, die zur Ausbildung von Interesse erfüllt sein müssen (Krapp 1998). Diese sind Kompetenzerleben, Autonomie und soziale Eingebundenheit (Deci & Ryan 1993). Das erste Grundbedürfnis ist erfüllt, wenn ein optimales Anforderungsniveau vorliegt, die Schülerinnen und Schüler die Aufgaben also weder als zu schwer noch als zu leicht empfinden, dann können sie sich als handlungsfähig erleben (Harter 1978). Die Studie von Engeln (2004), in der das Kompetenzerleben über die Herausforderung und Verständlichkeit im Schülerlabor erfasst wurde, stellte einen positiven Zusammenhang zum Interesse fest. Das zweite Grundbedürfnis beschreibt das Bedürfnis, Ziele und Vorgehensweise selbst zu bestimmen. Dabei ist keine völlige Handlungsfreiheit gemeint, sondern situationsangemessen im Rahmen der jeweiligen Kompetenz. Bereits die Studie von Grolnick und Ryan (1987) konnte den positiven Einfluss autonomieunterstützender Lernumgebungen auf das Interesse und Lernergebnis bestätigen. Dabei hängen Kompetenzerleben und Selbstbestimmtheit eng miteinander zusammen, da eine erfolgreich bewältigte Aufgabe nur dann auf die eigene Kompetenz zurückgeführt werden kann, wenn sie weitgehend selbstständig gelöst wurde (Lewalter, Krapp, Schreyer, Wild & Beck 1998). Für Schülerlabore konnten unter anderem Glowinski und Bayrhuber (2011) einen positiven Zusammenhang der Autonomie zum Interesse an Forschung und dem Interesse am Experimentieren zeigen. Schließlich, das meint das dritte Grundbedürfnis, strebt jeder Mensch nach sozialer Geborgenheit (Krapp 1998). In der Studie von Spearman und Watt (2013) erwies sich die Einschätzung sozialer Geborgenheit als Prädiktor für das Interesse der Mädchen an Naturwissenschaften. Bei einer hohen Einschätzung blieb das Interesse stabil. Schätzten die Mädchen ihre soziale Eingebundenheit im Unterricht gering ein, sank das Interesse. Die Forschungsergebnisse hierzu in Bezug auf Schülerlabore sind aus verschiedenen Gründen nicht eindeutig. Engeln (2004) und Pawek (2009) erfassten die soziale Eingebundenheit über die Skala Zusammenarbeit. Während es in der Studie von Engeln (2004) keinen Zusammenhang der Zusammenarbeit zum aktuellen Interesse gab, zeigte sich in der Studie von Pawek (2009) ein signifikanter Zusammenhang zur wertbezogenen und epistemischen Komponente des aktuellen Interesses. In der vorliegenden Arbeit erwies sich die Skala zur Zusammenarbeit, die in Anlehnung an Engeln (2004) und Pawek (2009) die soziale Eingebundenheit erfasst, als nicht reliabel und wird daher nicht betrachtet.

Neben der Selbstbestimmungstheorie lassen sich aus der Theorie des Konstruktivismus lern- und interessenförderliche Bedingungen ableiten. Honebein, Duffy und Fishman (1993) unterscheiden zwei kritische Elemente einer konstruktivistischen Lernumgebung: die Authentizität und Komplexität des Kontextes. Des Weiteren wird die Selbstbestimmtheit des Lernens gefordert. Der Begriff der Authentizität wird in der Forschung unterschiedlich ausgelegt. So ist hiermit zum einen eine Annäherung an wissenschaftliche Praxis und Forschungsmethoden gemeint (Edelson 1998). Zum anderen meint Authentizität die Auseinandersetzung der Lernenden mit für sie bedeutsamen Themen und Problemstellungen (Edelson, Gordin & Pea 1999; Gerstenmaier & Mandl 1995). Letzteres wird häufig als inhaltliche Relevanz oder Alltagsbezug bezeichnet. Den positiven Einfluss der wahrgenommenen Relevanz im Unterricht auf das Interesse in Physik und den Lernerfolg konnte die Studie von Murphy, Lunn und Jones (2006) bestätigen. In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Facetten der Authentizität als getrennte Variablen erfasst: der Authentizität, im Sinne eines Einblickes in die

Forschungspraxis, und dem Alltagsbezug, die den wahrgenommenen Zusammenhang zum Leben der Schülerinnen und Schüler und die Bedeutung für die Gesellschaft beschreibt. In der Untersuchung von Lewalter und Geyer (2009) bezüglich eines Museumsbesuch erwies sich die wahrgenommene inhaltliche Relevanz als bedeutsamster Prädiktor für das situationale Interesse. Die Schülerlaborforschung betrachtend konnte ein positiver Zusammenhang des Alltagsbezugs zum situationalen Interesse in der Studie von Pawek (2009) gefunden werden. Obwohl zumeist davon ausgegangen wird, dass Schülerlabore durch die Durchführung in authentischen Räumen, die für die Forschung benutzt werden, den Kontakt zu Wissenschaftlern und der Verwendung von wissenschaftlichen Instrumenten über ihre Authentizität das Interesse fördern (Sommer et al. 2018), ist dieser Zusammenhang noch nicht gänzlich geklärt. Glowinski (2007) konnte einen positiven Zusammenhang eines Forschungseinblicks zum Interesse an der Forschung und dem Interesse am Experimentieren zeigen. Nachtigall, Rummel und Serova (2018) fanden in ihrer Studie jedoch keinen Effekt einer variierten Authentizität auf das situationale Interesse.

Das zweite kritische Element einer konstruktivistischen Lernumgebung, die Komplexität des Kontextes, bezieht sich laut Honebein et al. (1993) auf die Instruktion. So sollte der Komplexitätsgrad einer Aufgabe oder eines Experiments dem Können der Lernenden entsprechen und diese weder über- noch unterfordern (White 1996). Die Herausforderung der Instruktion besteht darin, die Schülerinnen und Schüler zu eigenem Experimentieren und Lernen zu befähigen ohne zu stark zu lenken und zu kontrollieren (Gunstone 1991). Des Weiteren sollten vielfältige Anwendungskontexte geboten werden, um die Anwendbarkeit des Wissens zu fördern (Honebein et al. 1993; Gerstenmaier & Mandl 1995). In einem Projekt der Universität Vanderbilt, welches den konstruktivistischen Prinzipien der Instruktion folgte, konnte ein positiver Einfluss auf das Selbstkonzept und das Interesse in Mathematik nachgewiesen werden (Cognition and Technology Group at Vanderbilt 1992). Die Qualität der Instruktion, im Sinne einer Befähigung zum selbstständigen Experimentieren, wird in dieser Arbeit über die Skala der Instruktion erfasst. Den positiven Einfluss der Instruktionsqualität in einem Schülerlabor auf das Interesse am Experimentieren zeigte die Studie von Glowinski und Bayrhuber (2011).

Zusammenfassend werden die in dieser Arbeit untersuchten Laborvariablen Autonomie, Alltagsbezug, Authentizität und Instruktionsqualität als förderliche Faktoren für die Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften und des Interesses am Experimentieren betrachtet.

## **Fähigkeitsselbstkonzept**

Das Selbstkonzept beschreibt die Vorstellungen und Einschätzungen der eigenen Eigenschaften, Kenntnisse oder Fähigkeiten. Dabei beschreibt das Fähigkeitsselbstkonzept, wie eine Person ihre eigenen Fähigkeiten einschätzt (Möller & Trautwein 2015). Das Selbstkonzept ist nach Shavelson (Shavelson & Bolus 1982) und Marsh (1990) hierarchisch und multidimensional. In dieser Arbeit wird das Fähigkeitsselbstkonzept der Schülerinnen und Schüler betrachtet, das auf Naturwissenschaften bezogen ist. Marsh (ebd.) bezeichnet dieses als mathematisches Selbstkonzept, welches neben dem verbalen Selbstkonzept eine Facette des akademischen Selbstkonzeptes darstellt (ebd.). Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept hängen eng miteinander zusammen, beeinflussen sich gegenseitig positiv (Tracey 2002; Möller & Trautwein 2015) und die Kurswahlentscheidungen der Schülerinnen und Schüler

(Nagy et al. 2008) sowie die Berufswahl (Lazarides & Watt 2015; Wang 2012). In Studien konnte des Weiteren gezeigt werden, dass ein hohes Selbstkonzept einen positiven Effekt auf die nachfolgende Leistungsentwicklung in derselben Domäne hat (Valentine et al. 2004; Helmke 1992; Marsh, Trautwein, Lüdtke, Köller & Baumert 2005). Aus diesen Gründen wird in dieser Arbeit auch der Effekt eines Schülerlaborbesuches auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes neben dem Interesse betrachtet.

Das Fähigkeitsselbstkonzept wird Studien zufolge mit zunehmendem Alter differenzierter, nimmt während der Schulzeit ab und ist im Erwachsenenalter relativ stabil (Marsh 1990; Helmke 1998). Ferner zeigt sich ein Einfluss des Geschlechts auf das Fähigkeitsselbstkonzept. Während Mädchen ein höheres verbales Selbstkonzept berichten, haben Jungen ein höheres mathematisches Selbstkonzept (Schilling, Sparfeldt & Rost 2006; Watt & Eccles 2008).

Die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes ist von verschiedenen Vergleichsprozessen und der Ursachenzuschreibung von Erfolg bzw. Misserfolg abhängig (Möller & Trautwein 2015). So werden die eigenen Fähigkeiten und Leistungen in Bezug auf die Fähigkeiten und Leistungen anderer, wie beispielsweise der Mitschülerinnen und Mitschüler, bewertet (sozialer Vergleich) oder die eigenen Leistungen in einem bestimmten Bereich mit denen in einem anderen Bereich verglichen (dimensionaler Vergleich) (Marsh 1986). Vergleiche mit besseren Mitschülerinnen und Mitschülern zeigten bei Dickhäuser und Galfe (2004) negative Auswirkungen auf das mathematische Fähigkeitsselbstkonzept, Vergleiche mit schlechteren dagegen positive Auswirkungen. Dimensionale Vergleiche haben der Studie von Pohlmann und Möller (2009) zufolge eher positive Konsequenzen für das Fähigkeitsselbstkonzept. So waren die positiven Effekte eines Abwärtsvergleiches<sup>3</sup> stärker als die negativen Effekte eines Aufwärtsvergleiches auf das Fähigkeitsselbstkonzept. Des Weiteren werden temporale Vergleiche, eine Gegenüberstellung der eigenen Fähigkeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Rheinberg & Vollmeyer 2018; Albert 1977), und kriteriale Vergleichsinformationen unterschieden. Letztere beurteilen, ob ein bestimmtes Kriterium erfüllt, z.B. eine Aufgabe erfolgreich bewältigt wurde. Die Einflüsse eines Vergleichs mit objektiven Kriterien auf das Fähigkeitsselbstkonzept sind laut Pawek (2009) kaum untersucht. Temporale Vergleiche ermöglichen die Wahrnehmung von Kompetenzzuwächsen und damit eine Erhöhung des Fähigkeitsselbstkonzeptes. Die positive Wirkung der Anwendung einer individuellen Bezugsnorm durch die Lehrkräfte, die unter anderem auf temporalen Vergleichen des Entwicklungsstands beruht, auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes der Schülerinnen und Schüler konnte in der Studie von Lüdtke, Köller, Marsh und Trautwein (2005) bestätigt werden.

Entscheidend für die Auswirkung der Vergleichsinformationen bzw. generell des Erlebens von Erfolg und Misserfolg auf das Fähigkeitsselbstkonzept sind die Ursachenzuschreibungen (Weiner 2012). Nur wenn die eigene Begabung als ursächlich angesehen wird, ergeben sich Konsequenzen für das Fähigkeitsselbstkonzept (Möller & Trautwein 2015).

---

<sup>3</sup> Beispielsweise werden die Leistungen in Mathematik zu den schwächeren in Deutsch verglichen.



Schülerlabore ermöglichen Schülerinnen und Schülern die Durchführung von Experimenten außerhalb des Schulkontextes ohne Leistungsdruck. Nach Pawek (2009) sind negative Folgen für das Fähigkeitsselbstkonzept aufgrund fehlender schulrelevanter Bewertungen unwahrscheinlich, eine Förderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes durch Bewältigung herausfordernder Experimente im Schülerlaborprojekt jedoch möglich. So können die Schülerinnen und Schüler ihre Fähigkeiten im Schülerlabor mit denen im Schulalltag und anhand objektiver Kriterien vergleichen und gegebenenfalls ihre Vorstellungen bezüglich der eigenen Fähigkeiten nach oben korrigieren. Die Ergebnisse der Schülerlaborforschung im Hinblick auf die Förderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes bestätigen positive kurzfristige Effekte (Brandt, Möller & Kohse-Höinghaus 2008; Streller 2016; Damerau 2012), die jedoch nicht nachhaltig waren. Im Gegensatz dazu konnten andere Studien auch längerfristige positive Effekte nachweisen (Mokhonko, Nickolaus & Windhaus 2014; Pawek 2009). Die Studien zeigten teilweise auch einen Einfluss des Geschlechts und der Klassenstufe. So war das Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse in der Oberstufe etwas höher als in der Mittelstufe (Streller 2016; Pawek 2009), was damit begründet wird, dass interessenbezogene Kurswahlen bereits stattgefunden haben. Die Geschlechterdifferenzen zeigten sich hinsichtlich des Ausgangsfähigkeitsselbstkonzeptes (u.a. Streller 2016), Mädchen berichteten ein geringeres Fähigkeitsselbstkonzept als Jungen, als teilweise auch hinsichtlich der Entwicklung. Bei Pawek (2009) wurde das Fähigkeitsselbstkonzept bei Mädchen tendenziell (nicht signifikant) stärker gefördert als bei Jungen. Bei Weßnigk (2013) erwies sich nur das Fähigkeitsselbstkonzept der Mädchen bezogen auf Physik als stabil, während das der Jungen nach dem Laborbesuch wieder absank.

Da Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept eng zusammenhängen, werden im Allgemeinen dieselben Faktoren als förderlich angesehen. Da die Schülerinnen und Schüler die erfolgreiche Durchführung der Experimente nur ihrer eigenen Begabung zuschreiben können, wenn sie sich als selbstbestimmt und kompetent erleben (Deci und Ryan 1993), wird insbesondere der Autonomie und Instruktionsqualität eine förderliche Wirkung zugeschrieben. Eine Analyse des Effektes dieser Variablen auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes bei einem Besuch im Schülerlabor steht bislang noch aus.

## **Erwartungen**

Erwartungen sind nach Olson, Roese & Zanna (2000) subjektive Zukunftsvorhersagen, die auf Wissen und früheren Erfahrungen basieren und die Gefühle, Gedanken und schließlich auch Handlungen einer Person beeinflussen. Die Autoren beschreiben in ihrem Artikel kognitive und affektive Konsequenzen sowie Verhaltenskonsequenzen der Bestätigung oder Nichtbestätigung von Erwartungen. Für die Entstehung von Erwartungen werden drei wesentliche Quellen unterschieden: direkte Erfahrungen, andere Personen und Überzeugungen (ebd.). Bezüglich der Erwartungen der Teilnehmenden an einen Schülerlaborbesuch können also vorherige Erwartungen eines vormaligen Besuches, die Aussagen der begleitenden Lehrkraft und generelle Überzeugungen zu Inhalten eines Schülerlabores eine Rolle spielen. Des Weiteren werden vier Eigenschaften von Erwartungen unterschieden: Sicherheit oder Gewissheit, Explizitheit, Wichtigkeit und Zugänglichkeit (ebd.). Erstere bezeichnet die subjektive Wahrscheinlichkeit des Eintreffens der Erwartung. Die Explizitheit bezieht sich auf die Bewusstheit der

Erwartungen. Auch wenn die Teilnehmenden unbewusste Erwartungen haben, können in Fragebögen und Interviews nur solche erfasst werden, die von der Person genannt werden. Bei diesen handelt es sich um bewusste Erwartungen, die durch aktives Nachdenken über eine zukünftige Situation entwickelt wurden (ebd.). Die Wichtigkeit einer Erwartung ist mit den persönlichen Bedürfnissen und Motiven verbunden. Interessiert sich beispielsweise eine Schülerin für die Durchführung von Experimenten, so wird ihr diese Erwartung auch wichtig sein. Die Zugänglichkeit einer Erwartung meint laut Higgings (1996) die Wahrscheinlichkeit mit der sie genutzt wird. So sind Erwartungen, die häufig verwendet oder vor kurzer Zeit bewusst aktiviert wurden, zugänglicher als andere. Angenommen in der Unterrichtsvorbereitung wurde über das Experimentieren im Schülerlabor gesprochen, so wird die Erwartung, dass im Schülerlabor Experimente durchgeführt werden, sowohl sehr zugänglich als auch gewiss sein. Bezüglich eines Schülerlaborbesuches hegen verschiedene Personengruppen wie die Betreibenden, die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die Lehrkräfte und die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Erwartungen. In der vorliegenden Arbeit werden insbesondere die Erwartungen begleitender Lehrkräfte als auch die Erwartungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler betrachtet.

Laut Anderson, Kisiel und Storksdiack (2006) sollten die außerschulischen Lernorte die Erwartungen der Lehrkräfte kennen, um diese zu berücksichtigen oder auch zu beeinflussen. Besuchen die Lehrkräfte einen außerschulischen Lernort ohne spezifische Erwartungen, so findet auch keine zielgerichtete Unterrichtseinbindung statt, der Besuch bleibt auf einen Ausflugscharakter beschränkt. In dem Beitrag von Anderson et al. (2006), in dem drei Studien verglichen werden, berichteten 38 % der befragten Lehrkräfte, die ein Freiburger Planetarium mit ihrer Klasse besuchten, dies nur als Teil eines Ausfluges getan zu haben. Nur wenige berichteten, bereits vor dem Besuch konkrete Ziele gehabt zu haben. Hinsichtlich der Erforschung der Erwartungen von Lehrkräften an außerschulische Lernorte gibt es international sowie national bereits einige Studien (u.a. Kisiel 2005; Linn 1983; Klaes 2008; Lewalter & Geyer 2009), diese beziehen sich jedoch größtenteils auf Exkursionen zu Museen oder allgemein außerschulische Lernorte. Die ausführlichsten Studien zu Erwartungen begleitender Lehrkräfte an einen Schülerlaborbesuch sind die von Schmidt, Di Fuccia und Ralle (2011) als auch die Befragung von Garner (2015) (siehe Kapitel 1.1.2). Aus beiden Studien gehen als wesentliche Erwartungen der Lehrkräfte die Durchführung von Experimenten und die Förderung des Interesses und der Motivation der Schülerinnen und Schüler prioritär gegenüber fachlichem Lernzuwachs hervor. Die Erwartung einer Berufsorientierung wird dagegen selten genannt.

Davidson, Passmore und Anderson (2009) erhoben die Erwartungen von Schülerinnen und Schülern sowie ihren begleitenden Lehrerinnen bei Zooexkursionen und stellten deren Verknüpfung fest. Nur im Falle einer zielgerichteten Vorbereitung hatten auch die Schüler und Schülerinnen konkrete Erwartungen an die Exkursion und bezüglich ihres eigenen Lernens, was wiederum ihre Wahrnehmung der Exkursion beeinflusste. Die Erwartungen der Lehrkräfte haben demnach durch die unterrichtliche Vorbereitung Einfluss auf die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler. Jedoch wird in dem oben erwähnten Artikel von Anderson et al. (2006) berichtet, dass nur ein Drittel der Lehrkräfte angab, sich selbst auf den Besuch vorzubereiten. Nur wenige informierten ihre Klassen über Inhalte und Ziele des

Ausflugs. Allgemein erwogen die Lehrkräfte die Erwartungen ihrer Schülerinnen und Schüler nicht als wichtigen Aspekt der Exkursionsplanung (ebd.).

Die Bestätigung von Erwartungen ist nach Mandler (1984) im Allgemeinen mit positiven Gefühlen wie Befriedigung, die Nichtbestätigung mit negativen Gefühlen, verbunden (Olson et al. 2000). Aus diesem Grund wird angenommen, dass die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler sowie deren Bestätigung die Zufriedenheit mit dem Laborbesuch beeinflussen. In zwei Studien von Appleton-Knapp und Krentler (2006) wurde ein Zusammenhang zwischen der Erfüllung der Erwartungen Studierender und der Kurszufriedenheit festgestellt. Ramey-Gassert (1997) sowie Falk und Storksdiack (2005) konnten des Weiteren einen Zusammenhang zwischen der Einstellung der Teilnehmenden und ihren Erwartungen vor einer Exkursion zu ihrem Wissenszuwachs zeigen. Die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler an einen Schülerlaborbesuch sind jedoch noch nicht hinlänglich erforscht. Wie auch bei den Erwartungen begleitender Lehrkräfte wurden national wie international Erwartungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich allgemeiner Exkursionen<sup>4</sup> (Davidson et al. 2009) oder Museumsbesuche<sup>5</sup> untersucht. Die oben erwähnte Studie von Garner (2015) untersuchte hingegen neben den Erwartungen der Lehrkräfte auch die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler an einen Schülerlaborbesuch mittels eines Fragebogens (siehe Kapitel 1.1.2) und stellt die ausführlichste Untersuchung diesbezüglich dar. Die häufigste genannte Erwartung war übereinstimmend mit den Erwartungen der Lehrkräfte die Durchführung von Experimenten. Des Weiteren wurden bessere Rahmenbedingungen zum Experimentieren als in der Schule als Erwartung genannt. Die Vertiefung und Erweiterung des Fachwissens und eine Form der Berufsorientierung werden eher weniger erwartet (Garner & Eilks 2015). In dieser Arbeit werden die Erwartungen von Schülerinnen und Schülern mittels Interviews und Fragebögen erhoben. Des Weiteren wird die Erfüllung der Erwartungen und deren Einfluss auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes untersucht. Es wird angenommen, dass die Bestätigung der Erwartungen und eine damit verbundene höhere Zufriedenheit einen verstärkenden Einfluss auf die Förderung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes hat.

---

<sup>4</sup> Bei der Untersuchung zu Zooexkursionen (Davidson et al. 2009) wurde als wesentliche Erwartung der Schülerinnen und Schüler die Zusammenarbeit mit ihren Freunden genannt.

<sup>5</sup> Linn (1983) untersuchte die Erwartungen verschiedener Personengruppen an einen Museumsbesuch. Die Schülerinnen und Schüler erwarteten vor allem einen deutlichen Unterschied zum Schulalltag und die Möglichkeit der Interaktion mit ihren Klassenkameraden.

### 1.3 Zielsetzung und Fragestellung der Studie

Ziel der vorliegenden Dissertation ist die Untersuchung der Wirksamkeit der Schülerlabore an der Technischen Universität und Entwicklung geeigneter Handlungsempfehlungen auf Grundlage der Ergebnisse.

Wie in Kapitel 1.1.2 dargestellt, bezogen sich bisherige Forschungsarbeiten zur Wirksamkeit vor allem auf die Bereiche Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept in Abhängigkeit von Schüler- und Labormerkmalen. Auch die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Betrachtung dieser zwei Dimensionen. Zum einen wird hierdurch eine gewisse Vergleichbarkeit der zustande kommenden Ergebnisse mit bisherigen Forschungsergebnissen gewährleistet. Zum anderen unterscheiden sich Schülerlabore deutlich in ihrer individuellen Zielstellung. Um dennoch allgemeine Aussagen treffen zu können, muss sich die Wirksamkeitsforschung auf wenige übergreifende Ziele reduzieren. Gleiches gilt in Anbetracht einer praktikablen Fragebogenlänge bei der Durchführung quantitativer Studien mit Schülerinnen und Schülern.

Nichtsdestoweniger bleibt die Frage der Wirksamkeit untrennbar mit dem anvisierten Ziel verbunden. Eine Maßnahme gilt allgemein als wirksam, wenn die intendierten Ziele erreicht werden. Guderian und Priemer (2008, S. 33) weisen allerdings auf das Problem hin, dass die Ziele der Betreibenden selten konkret, sondern eher allgemein sind.

*„Viele solcher allgemeinen Ziele lassen sich nur schwer auf wissenschaftlich erhebbare Variablen abbilden.“*

Nicht zuletzt aus diesem Grund ist die Untersuchung auf zwei bereits hinlänglich erforschte und konstruierbare Variablen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept begrenzt. Unter Wirksamkeit wird in dieser Arbeit demnach ein positiver Effekt des Laborbesuches auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes der Schülerinnen und Schüler verstanden.

Es ergibt sich folgende Forschungsfrage:

1. Welche Effekte hat der Besuch eines Schülerlabores an der TU Berlin auf die Entwicklung
  - a. des Interesses an Naturwissenschaften?
  - b. des Interesses am Experimentieren?
  - c. des MINT-bezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes?

Der Beantwortung dieser Forschungsfrage widmet sich die erste Studie dieser Arbeit. Hier wird die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes mit Hilfe eines Multilevel Modells in Abhängigkeit des Geschlechts, der Schulstufe (Primarstufe, Sekundarstufe I und Sekundarstufe II) und der Laborvariablen (Autonomie, Authentizität, Alltagsbezug und Instruktionsqualität) analysiert. Das Modell berechnet Wachstumskurven für den Zeitraum zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten (T1-T2) und für den Zeitraum nach dem Laborbesuch (T2-T3), um Aussagen über die kurzfristige als auch langfristige Entwicklung der Variablen und den Einfluss der Laboreigenschaften treffen zu können. Doch diese Analyse stellt nur einen Anhaltspunkt für die Entwicklung von Handlungsempfehlungen dar. Die vorliegende Arbeit hat das anspruchsvolle Ziel, möglichst alle Beteiligten eines

Schülerlaborbesuches für die Entwicklung der Empfehlungen mit zu betrachten. Einen Überblick über das Untersuchungsfeld dieser Arbeit gibt Abbildung 1.

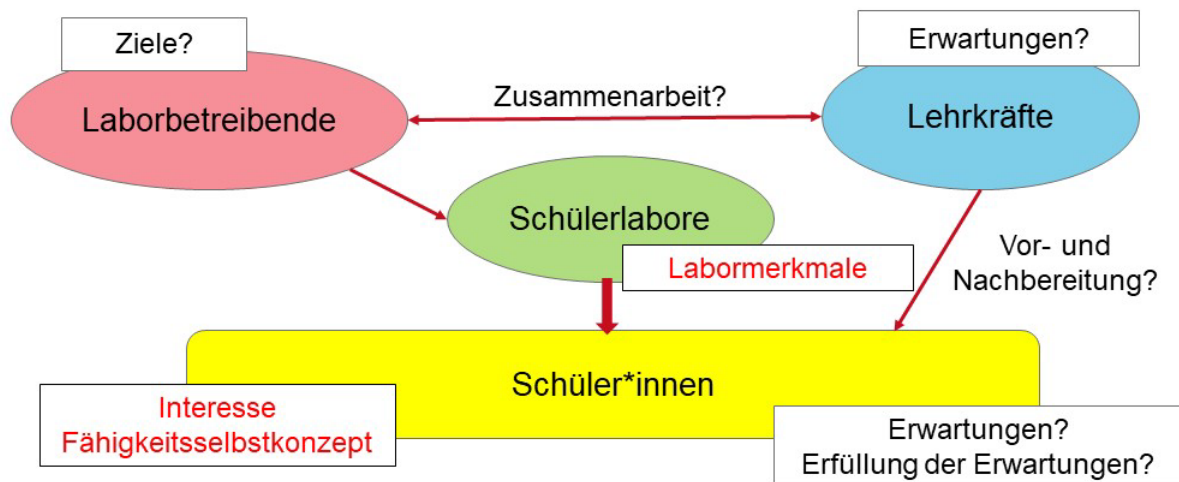


Abbildung 1: Untersuchungsbereiche zur Entwicklung von Handlungsempfehlungen

Hier werden neben den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern auch die begleitenden Lehrkräfte und die Betreibenden der Schülerlabore beleuchtet. Die Untersuchungsbereiche der Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte betreffend, ergeben sich folgende Forschungsfragen, denen in Studie 2 dieser Arbeit nachgegangen wird:

2. Welche Erwartungen haben begleitende Lehrkräfte und teilnehmende Schülerinnen und Schüler an den Laborbesuch?
  - a. Inwieweit werden die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler erfüllt?
  - b. Welche Zusammenhänge ergeben sich zwischen der Erwartungserfüllung und den Effekten des Schülerlaborprojektes?
3. Inwieweit wird der Laborbesuch in den Unterricht eingebunden?
  - a. Welche Zusammenhänge ergeben sich zwischen der Unterrichtseinbindung und den Effekten des Schülerlaborprojektes?

Die Studie versucht, die Forschungslücke insbesondere bezüglich der Erwartungen der Schülerinnen und Schüler an einen Laborbesuch aber auch denen der Lehrkräfte zu schließen. Da eine Erwartungserfüllung im Allgemeinen mit positiven Gefühlen und einer höheren Zufriedenheit verbunden ist, wird des Weiteren untersucht, inwieweit die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler erfüllt werden. Schließlich wird angenommen, dass zwischen der Erwartungserfüllung und der Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes ein positiver Zusammenhang besteht.

Angesichts der laut Euler und Weßnigk (2011) selten stattfindenden Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches, werden begleitende Lehrkräfte hierzu interviewt. Die von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommene Unterrichtseinbindung wird ebenfalls untersucht. Auch für die

Unterrichtseinbindung wird ein positiver Zusammenhang zur Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes angenommen.

Nicht zuletzt wird auch die Sichtweise der Laborbetreibenden zu ihren Zielen, Gestaltungsmitteln und der Unterrichtseinbindung beleuchtet. Die Ergebnisse dieser Untersuchung münden, ebenso wie die Ergebnisse der zuvor genannten Studien 1 und 2, in die Entwicklung von Handlungsempfehlungen. Die dritte Studie dieser Arbeit befasst sich daher mit folgenden Forschungsfragen:

4. Was sind die Ziele des Schülerlaborprojektes aus Sicht der Laborbetreibenden?
5. Welche allgemeinen Handlungsempfehlungen für Schülerlabore lassen sich aus der Untersuchung der Schülerlabore an der TU Berlin generieren?

Diese Studie gibt fünf Handlungsempfehlungen, die auf den Ergebnissen der Untersuchungen basieren, und stellt zugleich eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen dar.

Kapitel 2 enthält die Publikationen mit jeweiligem Bearbeitungsstand in derselben Reihenfolge wie soeben anhand der Forschungsfragen vorgestellt.

## 2 Publikationen

### 2.1 Studie 1

#### **The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept**

Derda, M., & Pfetsch, J. (submitted). The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept. *International Journal of Environmental & Science Education*.

### **The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept**

#### **ABSTRACT**

Out-of-school laboratories are supposed to prosper interest and self-concept of school students for science and former studies at least revealed short-term effects. The current study investigated the effect of out-of-school laboratories on the development of students' interest in science, their interest in experimentation and their science self-concept using a pre, post, follow-up design. Three multilevel models, one for each dependent variable, analyzed the development over time as well as the impact of gender, school level and the laboratory features' relevance, autonomy, authenticity and instruction. Analyses showed that out-of-school laboratories promote a long-term interest in science and science self-concept, but for interest in experimentation, only short-term effects were found. Regarding the laboratory features, the perception of relevance especially supports interest and self-concept. Furthermore, the perception of autonomy proved to be important for the development of science self-concept, and the quality of instruction for the development of interest in experimentation. Thus, the current study offers guidance for the design of out-of-school laboratories and how to promote interest and self-concept in school students beyond regular school lessons.

**Keywords:** out-of-school laboratories, interest, science self-concept, questionnaire survey, multilevel model

#### **INTRODUCTION**

In the last two decades, the number of science labs for school students has increased in numerous countries, e.g. reaching over 300 in Germany (Garner & Eilks, 2015). Most of them aim to promote students' interest in science and science self-concept and constitute

a non-formal learning opportunity for science education. In the long run, these activities strive for higher numbers of university students, especially in the field of STEM (science, technology, engineering, and mathematics). Although the number of out-of-school laboratories for school students in social science and humanities has risen, a large part focuses on science experiences in physics, chemistry, biology, or computer science. The promotion of interest in science and science self-concept is highly relevant especially for girls (Lazarides, Rubach, & Ittel, 2016; Häussler & Hoffmann, 2002) since interest and self-concept influence career choices (Lazarides & Ittel, 2012). The underrepresentation of girls and women in STEM fields is particularly pronounced in physics, engineering, and computer sciences (Cheryan, Ziegler, Montoya, & Jiang, 2017), and perpetuates gender stereotypes especially when children and adolescents grow older (Miller, Nolla, Eagly, & Uttal, 2018). Students' interest in science and science self-concept can be fostered especially in extracurricular informal learning, if these learning activities are characterized by specific factors like hands-on experiences (Ramey-Gassert, 1997). Although the effects of informal science environments like museums and science centers on students' interest, attitudes, and learning are well documented (Semper, 1990; Wellington, 1990), little is known about the effects of visits to out-of-school laboratories and their characteristics like relevance, autonomy, authenticity, and instruction quality. Therefore, the current study analyses the effectiveness of out-of-school laboratories and specific factors that may help to promote interest in science and science self-concept.

## THEORETICAL BACKGROUND

### Out-of-school Laboratories

Out-of-school laboratories are extracurricular learning arrangements for school students in institutions for research and teaching, which are designed to offer experiences with scientific learning and experiments (Itzek-Greulich et al., 2015). In the current study we refer to out-of-school laboratories as visits to laboratories at a university, where school students get the opportunity to conduct experiments while they are supervised as individually as possible by dedicated specialists like research assistants. Central aim of these outreach activities is that school students have the opportunity to work on scientific questions and experiments and may develop interest in science and a positive science self-concept (Glowinski & Bayrhuber, 2011; Priemer & Pawek, 2014). Out-of-school-learning can improve the learning of science in different ways (Braund & Reiss, 2006): Improved development and integration of concepts, extended and authentic practical work, access to rare material and to 'big' science, as well as collaborative work and responsibility for learning. Out-of-school laboratories are popular among students and teachers, because they mostly take place in the authentic science context of the specific institution and offer a broader range of inquiry-based learning activities, self-regulated tasks and scientific problems (Glowinski & Bayrhuber, 2011). These informal learning environments are supposed to provide an experience of science with motivational and affective dimensions



(Glowinski & Bayrhuber, 2011). We therefore review the concepts of interest in science and science self-concept, and present empirical results among school students in these areas.

### Interest In Science And Interest In Experimentation

Interest is a phenomenon that is focused on an object but varies systematically between individuals (Krapp, 1999). In line with the person-object-theory of interest, this interest is a specific person-object relationship and develops in the interaction of an individual with its environment (Krapp & Prenzel, 2011). The theory distinguishes three components of interest: the emotional component involves positive feelings accompanying content-specific activities, the value-related component expresses the personal importance of these activities, and the epistemic component describes the desire to learn more about the content (Priemer & Pawek, 2014). Differentiating between dispositional personality tendencies and situational psychological states (Krapp, 2002), a current interest in a specific situation can emerge “from an interaction of pre-conceived structures of an individual (individual interest) and the situational interest caused by the interestingness of a subject of instance” (Priemer & Pawek, 2014, p. 1). From frequent person-by-situation interactions, situational interest is presupposed to shift from a transitional state of attraction to more stabilized situational interests, and enduring individual interests (Hidi & Renninger, 2006; Krapp, 2002). An important goal of out-of-school laboratories is therefore to offer school students the opportunity to explore new areas of science and move from their initial curiosity to more stable individual interests. In the current study, we focus on interest in science and on interest in experimentation (as in Pawek, 2009).

In contrast to the theory of Hidi and Renninger (2006), which supposes that the individual interest arises from a triggered and maintained situational interest, Rotgans and Schmidt (2017, p. 363) “propose that the central mechanism responsible for the growth of individual interest is knowledge gain, and that the situational interest is the precursor of this gain”. Certainly, the results of Rotgans and Schmidt (2017) need further research, since the effect of knowledge on the individual interest as well as the sample size were small. The current study cannot contribute to this since knowledge gain was not measured. But irrespectively of the mediating pathway – be it situational interest as Hidi and Renninger argue or knowledge gain as Rotgans and Schmidt argue – out-of-school laboratories are expected to contribute to the development of individual interest.

Interest in science differs concerning gender and age (Krapp & Prenzel, 2011). Interest in science decreases during school life, and many students seem to lose their interest in science over time from grades 5 to 11 especially in mathematics and physics (Potvin & Hasni, 2014). However, addressing basic psychological needs (Gnambs & Hanfstingl, 2015), a school culture with high degrees of freedom (Vedder-Weiss & Fortus, 2011) or specific teaching practices like teacher explanations, mathematical calculations, or conducting experiments (Potvin & Hasni, 2014) might diminish the well-documented

decline in interest in science. In general, studies highlight gender differences in students' interests in science indicating lower interests of girls compared to boys (Lazarides & Ittel, 2013). The decrease of interest in science is more pronounced in girls. Thus, older adolescents, especially girls, are less interested in science than younger adolescents and boys are.

### Science Self-concept

Interest and science self-concept are closely related, influence each other positively (Tracey, 2002) and influence the course choices (Nagy, Garrett, Trautwein, Cortina, Baumert, & Eccles, 2008) as well as the career choice of students (Lazarides & Watt, 2015; Wang, 2012). Studies have also shown that a high self-concept has a positive effect on subsequent performance development in the same domain (Valentine, DuBois, & Cooper, 2004; Marsh, Trautwein, Lüdtke, Köller, & Baumert, 2005). For this reason, the effect of an out-of-school laboratory visit on the development of science self-concept is considered in the current study in addition to interest. The self-concept is one individual's perception of himself or herself, and is a multifaceted, hierarchically structured phenomenon (Marsh, 1990; Shavelson & Bolus, 1982). The part of the self-concept that is related to learning and achievement is called the academic self-concept (Hardy 2014). The science self-concept is a subarea of this academic self-concept (Wilkins, 2004). Generally, the self-concept declines throughout the school years from preadolescence to early adolescence (Marsh, 1990) and correlates with gender. Girls tend to report lower levels of self-concept for mathematics and science (Wilkins, 2004), although interventions can induce participants to maintain a positive science self-concept (Stout, Dasgupta, Hunsinger, & McManus, 2011; Häussler & Hoffmann, 2002). Instruments of these interventions that focused on girls were e.g. role models, curricular changes according to specific interests and experiences of girls, or teachers' support of a positive self-concept.

The self-concept is shaped and influenced by the experiences of an individual and various comparison processes, for example the comparison of actual and previous performance (Hoferichter, Lätsch, Lazarides, & Raufelder, 2018). Out-of-school laboratories offer students the opportunity to carry out experiments largely autonomously, and thus to experience themselves as competent. Since students may compare their performance in the out-of-school laboratory to their performance at school, there can be positive effects on their science self-concept. The current study therefore expected science-related activities in out-of-school laboratories to promote a positive science self-concept.

### Effects Of Out-of-school Laboratories

The results of various empirical studies on the effectiveness of out-of-school laboratories suggest positive short-term effects on interest and the science self-concept, but with regard to long-term effects results are inconsistent (e.g. Engeln, 2004; Glowinski, 2007; Pawek, 2009). Priemer and Pawek (2014) compared eight studies carried out on science labs for school students in German speaking countries and concluded that out-of-school

laboratories can raise students' interest in science significantly. Regarding long-term effects, results differ. In the study of Guderian (2007) interest decreases in the time after the visit. Contrary to these results, Pawek (2009) found lasting effects regarding the (value-related component of the) situational interest in science.

Concerning the science self-concept, out-of-school laboratories have positive significant effects, but these effects seem to disappear in the time after the visit (Brandt, Möller, & Kohse-Höinghaus, 2008) or the effects only last for girls (Weßnigk & Euler, 2011).

Gender differences as well as differences between the school levels have been substantiated also in further research: Girls score lower concerning their self-concept, as well as their interest in science, and their interest in experimentation (Streller, 2015). Regarding the school levels, Streller compared the lower and the upper secondary level. The upper secondary level showed significantly more interest in science than the lower secondary level and had a higher self-concept. For interest in experimentation, no significant differences were found. Pawek's (2009) findings are similar, except that also interest in experimentation was higher for students of the upper secondary level. In Germany, students select the courses they like to attend in the upper secondary level according to their interests and self-concept (Nagy et al., 2008). Since the upper secondary students visited the out-of-school laboratories within their chosen courses, the higher values for interest and self-concept of the upper secondary level are explained by the course selections, but do not speak generally against the decline of interest and self-concept over the school years.

The study of Guderian (2007) examined the effect of out-of-school laboratories comparing 5th (primary level) and 8th (lower secondary level) grade students who visited the laboratory three times. The results showed that 5th grade students scored higher regarding interest in science. Unfortunately, research in the field of out-of-school laboratories lacks studies that compare all three school levels (primary, lower secondary, upper secondary).

### **Design Of Learning Environments To Enhance Interest And Self-concept**

How can interest in science and science self-concept be fostered? The self-determination theory (Ryan & Deci, 2000) and the constructivist theory of learning provide some conclusions on how to promote interest. The self-determination theory of human motivation describes a continuum of extrinsic and intrinsic motivation forms that are accompanied by different regulatory styles and fostered by fulfilling three basic psychological needs: the feeling of competence, autonomy, and social relatedness (Ryan & Deci, 2000). Autonomy as a central component is explained as the experience of an internal initiation and regulation or the self-determination of one's own behavior (internal locus of causality; Grolnick, Deci, & Ryan, 1997). In this sense, experiences of being controlled will diminish intrinsic motivation, while experiences of regulating one's own behavior in terms of determining the goal, the solution process or the use of different learning tools shall

facilitate intrinsic motivation. Indeed, autonomy was positively related to engagement in learning (Jang, Reeve, & Deci, 2010) and to interest in chemistry (Black & Deci, 2000). A meta-analysis on the effectiveness of open education programs also revealed a positive effect of autonomy on the self-concept (Giaconia & Hedges, 1982). This result was confirmed in a German study on the quality of teaching (Kammermeyer & Martschinke, 2009), A study on out-of-school laboratories found positive relations between autonomy and interest in research, as well as interest in experimentation (Glowinski & Bayrhuber, 2011).

The constructivist theory of learning describes that the subjective meaning of an object is not fixed, but is constructed by individuals through their experience in a particular context (Honebein, Duffy, & Fishman, 1993). The theory proposes two critical elements in the design of constructivist learning environments: authentic activity and complex contexts. To provide an authentic activity, “learning should be situated in authentic and meaningful problem contexts” (Goldman, Mayfield-Stewart, Bateman, Pellegrino, & the Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1998, p. 186). There is no consensus on the definition of authentic tasks. While some approaches focus on the adoption of science practices, tools, and techniques as the meaning of authenticity (Edelson, 1998), others focus on everyday problems to let students recognize their relevance to the real world or their lives (Edelson, Gordin, & Pea, 1999). In the present study, these two focuses are measured separately by the construct of authenticity and the construct of relevance as laboratory features. Indeed, Osborne and Collins (2001) describe the perception of students, that the theoretical content of physics and chemistry lacks relevance for and meaning to their lives, as being central to the decline of their interest in science. Further, using relevant social and personal issues in teaching physics has a positive effect on girls’ interest in physics and increases their learning (Murphy, Lunn, & Jones, 2006). The impact on boys was also positive, but with a smaller effect size.

Following Honebein et al. (1993), the second critical element in designing constructivist learning environments, the complex context, refers to instruction. Learning environments should provide a realistic level of complexity. White (1996) claims that experiments should be challenging, but should not overwhelm the students with their complexity. If students feel challenged but competent when experimenting, there should be a positive effect on the self-concept and interest in science (Gardner & Gauld, 1990). Students who participated in the Jasper Series, a seminal project following the constructivist principles for instruction, were more self-confident and interested in mathematics at the end of the year compared to the beginning of the school year. In contrast, interest in mathematics for the control students decreased during the year (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992).

Concerning out-of-school laboratories, the quality of instruction and the authentic insight in research were significant predictors for interest in research and interest in

experimentation (Glowinski, 2007). Especially students with low individual interest benefit from a high quality of instruction (Glowinski & Bayrhuber, 2011). Likewise, Pawek's study (2009) confirmed the positive impact of authenticity, as an insight in research, and instruction on situational interest. In his study, the quality of instruction was measured as the constructs of comprehensibility and support. The comprehensibility (as part of the quality of instruction) also had a significant positive effect on the self-concept. For situational interest, the perception of relevance also proved to be a significant predictor (Pawek, 2009).

In summary, the laboratory features of relevance, autonomy, authenticity, and the quality of instruction seem to be promising factors to promote interest in science and interest in experimentation, as well as the science self-concept. Since the students can only attribute the successful execution of the experiments to their own ability if they experience themselves to be self-determined and competent (Ryan & Deci, 2017), a particularly beneficial effect is expected for autonomy and quality of instruction. Indeed, an analysis of the effect of laboratory features on the development of science self-concept is still pending.

## HYPOTHESES

Based on described theoretical considerations and empirical results, the following hypotheses were formulated.

H1: The participation in an out-of-school laboratory activity has a positive effect on the development over time of

- 1a) interest in science
- 1b) interest in experimentation
- 1c) science self-concept.

H2: Interest in science, interest in experimentation, and the science self-concept are significantly different between the two genders (boys > girls) and the three school levels (primary level > lower secondary level > upper secondary level).

H3: Students' perception of the laboratory features' autonomy, relevance, authenticity, and instruction quality significantly predict a positive development of the three dependent variables (interest in science, interest in experimentation, science self-concept).

## METHOD AND STUDY

To analyze the development of interest and self-concept, the current study has a pre, post, follow-up design. The first measurement took place as paper-pencil survey right at the beginning of the out-of-school laboratory activity, the second right at the end, and the third between nine and twelve weeks after the visit. The questionnaires for the third survey were sent to the accompanying teachers or to the students themselves (when

visiting a workshop on their own). Students and teachers could choose to receive the third questionnaire as a paper-pencil version (sent by mail) or an online version (sent by e-mail). For the following reasons, some data is missing, especially for time-point three. Some students who visited class 6 at the time of the workshop changed the school for the next class and because of this, were beyond reach for the third survey. Some students and teachers did not respond to letters or e-mails or could not be reached due to incorrect addresses. Finally, not all teachers felt responsible for the implementation of the survey, as previously agreed. Since data of whole classes is missing for the third time-point and to prevent distortion of the data, a multiple imputation was not considered. However, MCAR-Tests<sup>6</sup> (missing completely at random) according to Little (1988) for the three outcome-variables were not significant. Therefore, there is no indication that the data is missing following a systematic pattern.

The random sample consists of students who visited one workshop offered by one of six school laboratories at the University XY between January 2016 and December 2017 in 33 workshops. The laboratories offer workshops in chemistry, fluid mechanics, engineering, and technology. The workshops lasted about 4-6 hours, with only one workshop lasting a full week. The chemical laboratory conducts experiments on acids and bases in food, or in the field of electrochemistry. The laboratory for electrical engineering and computer sciences offers workshops on the topics of wind energy, such as building a small wind energy turbine, or app development, and building electrical circuits. Two laboratories offer workshops for building and programming robots. In addition, two other laboratories offer physical experiments on air and water flow like static and dynamic buoyancy. During the workshops, there were always some student assistants available to assist the school students in overcoming challenges. This ensures that the school students feel themselves challenged but competent when experimenting.

The students visited the laboratory either with their school (84.2 %) or on their own during a holiday workshop (15.8 %). In the first case, the teacher selected the workshop according to grade level and curriculum. In the second case, the school students selected the workshop on their own according to their interests. The sample contains students from primary level (18.1 %, grade 3-6), lower secondary level (50.8 %, grade 7-10), and upper secondary level (31.1 %, grade 11-13). Overall, 296 female (50.7 %) and 288 (49.3 %) male students participated in the study.

The scales were based on previous empirical studies on school labs (Engeln, 2004; Glowinski, 2007; Pawek, 2009), and their measurement properties were confirmed via item and reliability analyses, as well as confirmatory factor analyses (CFA) with Mplus

---

<sup>6</sup> MCAR-Test according to Little: interest in science  $\chi^2$  (df = 9) = 16.48,  $p=.057$ , interest in experimentation  $\chi^2$  (df = 9) = 9.54,  $p=.389$ , science-related self-concept  $\chi^2$  (df = 9) = 9.23,  $p=.416$

8.2. The scales for interest in science, interest in experimentation, and science self-concept were developed by Pawek (2009), but partly shortened and adapted.<sup>7</sup> Regarding the laboratory features, the scales were also chiefly adopted from Pawek's study (2009). The scale of relevance, assessing the importance of the laboratory content for everyday life and society as well as the scale of authenticity, assessing how much insight into research, study, and everyday working life of scientists were given through the laboratory visit, were adopted from Pawek (2009), partly reformulated and extended by another item.<sup>8</sup> The scale of autonomy was adopted from Glowinski (2007), and it captures how self-determined the students felt. For the scale of instruction two items were adopted from the scale of quality of instruction from Glowinski (2007), one item was taken from the scale of comprehensibility from Pawek (2009), and one item was newly added. The scale assesses the quality of support and being enabled to carry out the experiments successfully.<sup>9</sup> Table 1 shows the scales and their Cronbach's alphas. All items had a response scale that reached from 1 (do not agree at all) to 4 (agree completely).

\*\*\*\*\*

Please insert table after this paragraph (see **Table 1**).

\*\*\*\*\*

### Statistical Methods

First, we performed correlation analyses to investigate the relationship between the students' perception of the laboratory characteristics and their dispositions at the end of the laboratory activity. Since the data did not fulfill the assumption of a normal distribution, Spearman's Rho Correlation was used.

---

<sup>7</sup> CFA for interest in science:  $\chi^2$  (df = 5) = 19.46,  $p$  = .002,  $\chi^2$ /df = 3.89, CFI (comparative fit index) = .96, RMSEA (root mean square error of approximation) = .07, SRMR (standardized root mean square residual) = .03; CFA for interest in experimentation:  $\chi^2$  (df = 1) = 2.91,  $p$  = .088,  $\chi^2$ /df = 2.91, CFI = .98, RMSEA = .06, SRMR = .04; CFA for science-related self-concept:  $\chi^2$  (df = 26) = 29.21,  $p$  < .001,  $\chi^2$ /df = 1.12, CFI = .98, RMSEA = .06, SRMR = .02. These results indicate an acceptable to good fit according to Schermelleh-Engel, Moosbrugger & Mueller (2003).

<sup>8</sup> CFA for relevance:  $\chi^2$  (df = 3) = 6.38,  $p$  = .012,  $\chi^2$ /df = 6.38, CFI = .95, RMSEA = .10, SRMR = .03; CFA for authenticity:  $\chi^2$  (df = 2) = 8.39,  $p$  = .015,  $\chi^2$ /df = 4.19, CFI = .98, RMSEA = .08, SRMR = .03 (acceptable to good fit indices).

<sup>9</sup> CFA for autonomy:  $\chi^2$  (df = 1) = 1.46,  $p$  = .227,  $\chi^2$ /df = 1.46, CFI = .99, RMSEA = .03, SRMR = .02; CFA for instruction:  $\chi^2$  (df = 3) = 4.39,  $p$  = .223,  $\chi^2$ /df = 1.46, CFI = .99, RMSEA = .03, SRMR = .07 (acceptable to good fit indices).

The main aim of our analysis was to understand the development of interest and self-concept. For this purpose, a multilevel growth curve model was developed as described below. Since these variables were measured three times, multilevel models were conducted. The multilevel models were calculated following instructions from Garson (2013) and Heck, Thomas & Tabata (2010). The advantage is that multilevel models can consider sources of variation on different levels, estimate parameters and standard errors of higher-level predictors correctly, and deal with missing data without listwise deletion. Time-points were used as the level-1-variable. These were nested in school students, which in turn were the level-2 units.

Because our research question focused on the individual development of interest and self-concept over time, we did not include a third level like workshops or the different laboratories. We do not doubt that visiting a particular laboratory can influence the individual development of interest and science self-concept differently. However, it was not the aim to compare the workshops but to gain information about the effect of out-of-school laboratories in whole on the development of interest and self-concept; therefore, no data was collected on the individual workshops (e.g. date or workshop number). Furthermore, a comparison of the laboratories has been avoided in order not to cause competition or envy between the laboratories, which are equipped differently both in terms of personnel and finance. Finally, the lack of a laboratory comparison should increase the survey participation motivation of the laboratories, since they did not have to fear poor performance and resulting negative consequences, for example with regard to future funding.

In addition, students are also not nested in classes or schools, because various workshops, not only holiday workshops, were visited by students from different classes and even from different schools.

Since it seems unlikely that the development of interest and self-concept is the same over all three time-points, a piecewise growth model (Maerten-Rivera, 2013) was applied, where two linear slope factors are modeled, one for the initial change during the workshop (short-term growth) and one for the development after the laboratory visit (second change). If the growth parameters are significantly positive, interest or self-concept increases over time. For each dependent variable one separate multilevel model was implemented by adding the predictors stepwise to investigate their effect on the intercept and growth parameter, as well as the improvement of the model. The improvement of the model was conducted using the likelihood ratio test, also called the model chi-square difference test (Garson, 2013, pp. 45–46). The predictor gender was entered dummy-coded with girls as the reference category. The predictor school level was dummy-coded into two variables representing the primary level as the reference category. The laboratory features were grand-mean centered and added as interaction terms to examine their effect on the growth parameters. Three models were calculated each: First, an unconditional intercept model



without any included predictors to calculate the intraclass correlation coefficient (ICC)  $ICC = \sigma_i^2 / (\sigma_i^2 + \sigma_{res}^2)$ . If the ICC is quite small, there is no need for conducting multilevel models, see Heck et al. (2010, pp. 73–74) for more details. Next, an unconditional growth model with the time variables as fixed and random effects was included. Since the focus is on the fixed effects, random effects are not reported in this article. Third, the final model is reported with all predictors retained that made a significant improvement to the model.

## RESULTS

### Descriptive Statistics

For an overview of the data, tables 2 and 3 show the means of interest in science, interest in experimentation, and the science self-concept for each time-point separately for gender and students' school level.

\*\*\*\*\*

Table after this paragraph (see **Table 2**).

\*\*\*\*\*

Investigating the development of means overall and over the three time-points, interest in science and the science self-concept increase. Interest in experimentation increases from the first to the second measurement but decreases in the period afterwards. Thus, descriptively there seems to be no positive long-term effect for interest in experimentation, but only for interest in science and science self-concept.

Descriptively, boys and girls differed concerning interest in science, interest in experimentation, and science self-concept regarding the first measurement (girls score lower) as well as considering the development over time. While girls' interest and self-concept rises more (even more than for boys) during the laboratory visit and rises less (or even decreases) in the period afterwards, boys' interest and self-concept rises more after the visit.

\*\*\*\*\*

Table after this paragraph (see **Table 3**).

\*\*\*\*\*

Table 3 shows the means of interest in science, interest in experimentation, and the science self-concept for each time-point depending on school level. Interest in science at the first time-point is lowest in the lower secondary level. The development over time seems to be similar in all levels, interest in science increases. However, it increases most among elementary students.

Regarding interest in experimentation at the first measurement, it decreases with the school level. The development is quite similar in all levels. Students' interest in

experimentation increases during the laboratory activity, but it decreases in the period after the visit, documenting only a short-term effect.

In contrast to interest in science, science self-concept at the first time-point is the highest in the lower secondary level. Concerning the development over time, it increases in all levels, but most in primary and least in lower secondary level.

We will take a closer look at the effects of school level and gender when discussing the results of the multilevel model. It seems relevant to analyze the effects of out-of-school laboratories considering these two predictors.

### Correlations

The relationship between the perceptions of the laboratory features and interest and self-concept at the end of the laboratory visit is displayed in table 4.

\*\*\*\*\*

Table after this paragraph (see **Table 4**).

\*\*\*\*\*

Concerning students' interest in science and interest in experimentation, table 4 shows that they are significantly positive correlated to the laboratory features. There are medium effects for relevance and small effects for autonomy, authenticity, and instruction. Looking at the perceptions of boys and girls separately, for girls only relevance ( $r_s=.35$ ,  $p<.001$ ) has a significant positive relation to interest in science, whereas for boys all laboratory features have a significant positive relation to interest in science with a small to medium effect (relevance:  $r_s=.43$ ,  $p<.001$ , autonomy:  $r_s=.13$ ,  $p=.043$ , authenticity:  $r_s=.14$ ,  $p=.029$ , instruction:  $r_s=.21$ ,  $p=.001$ ).

Girls' interest in experimentation has a significant positive relation only to relevance ( $r_s=.29$ ,  $p<.001$ ), authenticity ( $r_s=.16$ ,  $p=.009$ ), and instruction ( $r_s=.19$ ,  $p=.002$ ) with small to medium effect sizes, whereas for boys' interest in experimentation again all laboratory features have a significant positive relation with small to medium effect sizes (relevance:  $r_s=.37$ ,  $p<.001$ , autonomy:  $r_s=.16$ ,  $p=.013$ , authenticity:  $r_s=.26$ ,  $p<.001$ , instruction:  $r_s=.28$ ,  $p<.001$ ).

Regarding students' science self-concept, the correlation analysis shows significant positive relations to the laboratory features' relevance, autonomy, and instruction with small effect sizes. Authenticity has a significant negative relation to self-concept, but the effect size is near zero. For girls, only relevance ( $r_s=.22$ ,  $p<.001$ ) and autonomy ( $r_s=.19$ ,  $p=.002$ ) have a significant positive relation to their science self-concept, whereas for boys also instruction ( $r_s=.18$ ,  $p=.005$ ) has a significant positive relation (relevance:  $r_s=.17$ ,  $p=.007$ , autonomy:  $r_s=.15$ ,  $p=.015$ ). There is no significant relationship either for boys or for girls between authenticity and science self-concept.

Laboratory features are generally related to the interest and self-concept of the students at the end of the laboratory activity. Relevance seems to be especially important

for interest in science at the second time-point. Since the correlation analysis does not take into account the multivariate, longitudinal, and hierarchical structure of the data, the impact of laboratory features on the development of interest in science, interest in experimentation, and the science self-concept controlling for gender and school level was tested by using a multilevel model.

### Multilevel Model

By estimating multilevel models, the development of the dependent variables' interest in science, interest in experimentation, and science self-concept is analyzed as the outcome variable with time, gender, school level, and the laboratory features as predictors. Three multilevel models are reported for each variable.

### Interest in science

Table 5 shows the results of the unconditional intercept model of interest in science as well as the unconditional piecewise growth model, and the final model. For the unconditional intercept model, the between-variance for the inter-individual differences (level 2),  $\sigma_i^2=0.337$ ,  $p<.001$ , as well as the within-variance for the intra-individual differences,  $\sigma_{res}^2=0.134$ ,  $p<.001$ , are significant. The ICC=0.72 suggests that 72 % of the variance in interest in science is due to differences between students and 28 % is due to differences within the individuals between the time-points. This result highlights the need for a multilevel model.

In the unconditional piecewise growth model, the coefficient for the intercept indicates the average interest in science on the scale reaching from 1 to 4 across students at baseline right before the workshop. The coefficients for the initial change (slope T1-T2) as well as for the second change (slope T2-T3) were both significantly positive, indicating that interest in science increases during the laboratory visit as well as afterwards. The time predictor variables accounted for 25 % of the within-student variance in interest in science,  $\sigma_{res}^2=0.101$ ,  $p<.001$ , indicating a medium to large effect ( $R^2 = \frac{\text{variance}_{before} - \text{variance}_{now}}{\text{variance}_{before}}$ , for more details see Garson (2013, pp. 47–48 and p. 253)).

\*\*\*\*\*

Table after this paragraph (see **Table 5**).

\*\*\*\*\*

The final model contains every predictor that improved the model. The coefficient for the intercept indicates the average interest in science of girls in primary level at the first time-point. The time variables, which are based on the perception of the laboratory features around their grand mean, proved to predict interest in science significantly. The coefficient of the initial change indicates that interest in science on average increases significantly around 0.07 points from baseline during the laboratory visit. The average growth rate for the second change indicates that interest in science keeps on increasing even after the workshop. Since the effect of gender is significantly positive, boys are more

interested in science at baseline than girls are. Because the interaction terms of gender and the time predictors made neither significant change to the model nor were they significant, they were not retained. The predictor school level improved the model fit, but did not predict interest in science significantly. The interaction terms of school level and the time predictors, that test if slopes differ between different levels, made neither improvement to the model nor were they significant. The laboratory features were examined as interaction terms testing, if they affect the growth parameter for the initial change. The impact on the second change is not examined, since we did not expect that the laboratory features would strongly affect the development of interest in science several weeks after the workshop. Except for autonomy ( $b=0.02$ ,  $SE=0.02$ ,  $p=.307$ ), all variables contributed significantly to the model's improvement and were retained. The positive coefficients indicate that students who rated the laboratory features higher than average have higher growth rates. Thus, authenticity, instruction, and relevance descriptively seem to have a positive impact on the development of interest in science, but only the effect of relevance is significant. The significant interaction term slope T1-T2 \* relevance can be interpreted that interest in science for students who rated relevance higher, made more growth compared to students who rated relevance around the grand mean. At one standard deviation above the mean of relevance, students' growth rate would be 0.20 (calculated as  $0.07+0.13$ ).

The predictors of the final model accounted for 21 % of the within-variance (level 1),  $\sigma_{res}^2=0.106$ ,  $p<.001$ , and 11 % of the variance between students (level 2),  $\sigma_i^2=0.299$ ,  $p<.001$ , indicating medium effects. Since there is still variance not explained, other predictors than the ones examined could be analyzed in future research.

### *Interest in experimentation*

For interest in experimentation as an outcome variable, the unconditional intercept model, the unconditional piecewise growth model, and the final model are reported in table 6. Based on the unconditional intercept model, the ICC was computed as 0.65 from the between-variance,  $\sigma_i^2=0.333$ ,  $p<.001$ , and the within-variance,  $\sigma_{res}^2=0.181$ ,  $p<.001$ , indicating that 65 % of the variance in interest in experimentation was due to differences between students, while 35 % was due to intra-individual differences.

The unconditional piecewise growth model examined the effect of the time predictors on interest in experimentation. The coefficient for the intercept indicates the average interest in experimentation across the students at baseline. The positive coefficient for the initial change, which stands for the average growth rate between the first and the second time-point, indicates that interest in experimentation increases significantly during the workshop by 0.07 points. Unfortunately, the coefficient for the second change, the development of interest in experimentation after the laboratory visit, is significantly negative, indicating that interest in experimentation on average decreases after the visit. Comparing the growth parameters, interest in experimentation seems to decline to a lower

level than the baseline. Therefore, out-of-school laboratories seem to have only short-term effects on interest in experimentation. The time predictors account for 10 % of the within-variance,  $\sigma_{res}^2=0.163$ ,  $p<.001$ , indicating a medium effect.

\*\*\*\*\*

Table after this paragraph (see **Table 6**).

\*\*\*\*\*

The final model includes all predictors that made a significant improvement to the model. The coefficient for the intercept is statistically significant, indicating the average interest in experimentation of girls in primary level. Both growth rates are significant, indicating that interest in experimentation increases during the laboratory visit but decreases afterwards. Since gender is a significant positive predictor in the model, boys are significantly more interested in experimentation at baseline than girls are. The interaction term slope T1-T2 \* gender is not significant, but the interaction term slope T2-T3 \* gender is significant; indicating that boys' growth rate after the laboratory visit differs significantly from that of girls. The slope for boys regarding the period after the laboratory visit is  $b=0.04$  (calculated as  $-0.17+0.21$ ). Therefore, out-of-school laboratories seem to have only short-term effects on girl's interest in experimentation, while boy's interest in experimentation keeps on increasing after the visit. School level is also a significant predictor to the model, suggesting that upper secondary as well as lower secondary students are significantly less interested at baseline than primary students, controlling for gender. The interaction terms of school level and the time variables made no significant change to the model nor were they significant. The laboratory features included in the model as interaction terms testing, if they affect the growth rate for the initial change, all made significant improvements to the model. Nevertheless, only relevance and instruction had a significant positive effect on the development of interest in experimentation.

The predictors of the final model account for 4 % of the within-variance (level 1),  $\sigma_{res}^2=0.174$ ,  $p<.001$ , and 19 % of the variance between students (level 2),  $\sigma_i^2=0.270$ ,  $p<.001$ , indicating small and medium effect sizes. Since there is still variance not explained, other predictors could be explored in future studies.

### **Science self-concept**

The results of the unconditional intercept model of science self-concept as well as of the two extended models are reported in table 7. The unconditional intercept model provided an ICC of 0.74, calculated from the inter-individual variance,  $\sigma_i^2=0.400$ ,  $p<.001$ , and the intra-individual variance,  $\sigma_{res}^2=0.141$ ,  $p<.001$ . The ICC suggests that 74 % of the variance in science self-concept was due to individual student differences, while 26 % was due to within differences between the time-points.

The unconditional piecewise growth model revealed that the initial change was significantly positive, indicating that the science self-concept rises significantly above baseline during the workshop. The second time variable did not significantly predict the science self-concept. Nevertheless, the slope of the second change descriptively has a positive trend, suggesting that the increased science self-concept remains stable even after 9-12 weeks. The included time predictor variables accounted for 18 % of the within-variance,  $\sigma_{res}^2=0.116$ ,  $p<.001$ , indicating a medium effect.

\*\*\*\*\*

Table after this paragraph (see **Table 7**).

\*\*\*\*\*

The final model contains all predictors that improved the model significantly. The coefficient for the intercept indicates that the average science self-concept across girls in the primary level was 2.69 before the workshop. Since gender predicted the science self-concept significantly positive, boys started with a higher science self-concept than girls. The interaction with gender and the time variables did not significantly improve the model, so they were not retained. School level, although improving the model fit, did not significantly predict science self-concept. The interaction terms of school level and the time predictors did not contribute to the model. Regarding the laboratory features, stepwise inclusion to the model revealed that every interaction term improved the model of science self-concept significantly. Relevance and autonomy had a significant positive effect on the development of science self-concept, indicating that students' science self-concept increased more when relevance and autonomy were higher. Authenticity had a negative impact on students' science self-concept, since the coefficient of the interaction term is significantly negative.

The predictors of the final model account for 21 % of the within-variance (level 1),  $\sigma_{res}^2=0.112$ ,  $p<.001$ , and 8 % of the variance between students (level 2),  $\sigma_i^2=0.370$ ,  $p<.001$ , indicating medium and small effect sizes. Since there is still variance not explained, other predictors than the ones examined improve the model (e.g., teacher feedback on achievement, family or peer influences on the science self-concept).

## DISCUSSION

The current study analyzed the effects of participation in out-of-school laboratories on interest in science, interest in experimentation, and science self-concept. The hypothesis on increasing interest and self-concept (H1) can be retained regarding 1a) of an increasing interest in science and 1c) of an increasing science self-concept. The multilevel models revealed a significant effect of time as well as an increase shown by the positive growth parameters of the initial change and the secondary change. This is in contrast to many studies (e.g. Streller, 2015; Guderian, 2007; Brandt et al., 2008) that found only short-term effects for interest in science or science self-concept and is in line with the few studies

like Pawek (2009) that found lasting effects regarding interest in science and science self-concept. However, while interest in science continues to increase to the same extent even after the laboratory visit, increased science self-concept remains almost stable after the lab. Hence, out-of-school laboratories have a positive and long-term effect on interest in science and science self-concept. This increase of interest in science can be explained by science-related activities and experiments that offer insights and explanations that are relevant for school students' everyday life and society. Focusing on personal relevance is known to strengthen interest in science (Hulleman & Harackiewicz, 2009). This seems to help students to understand the importance and utility of the workshop contents and of science in general. At the same time, relevance of the workshop contents supports school student's science self-concept, possibly because students work on important tasks with a connection to everyday life and society. Additionally, the science self-concept is supported by the impression of high-quality instructions that enable participants to experience a sense of achievement. Conducting experiments successfully seems to heighten interest in experimentation only for a short time, but the science self-concept more substantially. Thus, presenting relevant topics in out-of-school laboratories and supporting school students to conduct experiments successfully is important for the enduring development of interest in science and science self-concept.

The hypothesis 1b) of an increasing interest in experimentation must be rejected. The piecewise growth model revealed that interest in experimentation increased significantly during the workshop, but it decreased in the period after the laboratory visit. Thus, only a short-term but no long-term effect could be determined. A probable reason for the decline is that experimentation seems to be relevant only during the laboratory activity. As students experiment less in school, the increased interest is not reactivated, so it diminishes. A reason for the decline of interest in experimentation even below the baseline could be that the students overestimated their true interest in experimentation in joyful anticipation of the coming experiments. In addition, this result is consistent with the result in Pawek's study (2012). Here, too, interest in experimentation fell below the baseline. Nevertheless, out-of-school laboratories have short-term effects on interest in experimentation. Possibly the decline of interest in experimentation after the laboratory activity could be prevented by a successful post work in the classroom.

The hypothesis concerning differences between boys and girls, and the three school levels for interest in science, interest in experimentation, and science self-concept (H2) was partially confirmed. While gender significantly predicted all three dependent variables, the school level only significantly predicted interest in experimentation. Hence, theoretical assumptions about gender differences were confirmed. This is in line with studies in the field of out-of-school laboratories (e.g. Streller, 2015; Pawek, 2009) as well as in the field of STEM-learning (e.g. Krapp & Prenzel, 2011; Wilkins, 2004) that showed that girls score lower. That boys showed higher interest than girls might be explained by gendered socialization processes, where parents, teachers and peers display differential

expectations and behaviors towards boys and girls concerning science (Leaper & Friedman, 2007). Theoretical assumptions about decreasing interest with age were only confirmed with regard to interest in experimentation. The data do not provide information that helps to interpret this surprising result. We may only speculate that one probable influence is the engagement of teachers that could influence both, good school lessons that foster interest and self-concept as well as organizing the participation in out-of-school laboratories. However, even when this explanation might be plausible, it is astonishing that the development of interest in science and science self-concept was strengthened sustainably.

The hypothesis on the impact of the laboratory features on the development of interest in science, interest in experimentation, and science self-concept (H3) was also partially confirmed. In contrast to the theoretical assumptions, not each feature significantly promoted interest and self-concept. Only the perception of relevance significantly predicted all three constructs and had positive effects. We theoretically assumed the relevance important for an increase of interest, since students will get interested, if they assess the subject as personally important (Krapp, 1999). This positive effect of the perception of relevance for interest is in line with Pawek (2009). The relation between interest and self-concept explains the impact of relevance on the development of self-concept.

Autonomy significantly predicted and promoted only the science self-concept. The positive effect of autonomy for the development of self-concept is in line with the study of Kammerschmidt and Martschinke (2009). The assumption of the impact of autonomy on the development of interest with regard to the theory of basic need is not substantiated, because autonomy did not significantly predict interest. Possibly, autonomy did not significantly contribute to the prediction of interest over and above relevance because relevance is more content-related (in line with the person-object-theory of interest) and autonomy more action-related (which is a source for the development of the self-concept).

Authenticity significantly predicted only the science self-concept. In contrast to the theoretical assumptions, authenticity did not promote science self-concept, but had a negative effect. Maybe an authentic insight into real university research threatens students or the insight into everyday student life acts as a comparison to high-ability students, with a negative impact on self-concept (Marsh, 1990).

A higher perception of the quality of instruction significantly predicted and promoted only the development of interest in experimentation. We assumed the quality of instruction to be important, since a comprehensible guidance is a prerequisite for successful experiments. Following the theory of basic needs, interest will increase, if students feel themselves competent (Ryan & Deci, 2000). Thus, these theoretical assumptions were confirmed regarding the development of interest in experimentation. This is in line with the study of Glowinski (2007).



## Limitations

Although this study mainly met its objects, certain limitations have to be considered. As explained above, the sample size decreased for the third time of measurement. Smaller sample sizes make subgroup analyses more difficult and result in lower statistical power. Systematic sample attrition can be a serious threat against validity, however, analyses confirmed that there is no indication that the data is missing after a specific pattern. Furthermore, the follow-up rate of 71% in this study is not exceptional according to Ribisl et al. (1996) since attrition at follow-up times is one of the disadvantages of longitudinal studies. To include all participating students in the third survey, and, thus, avoid a reduction in sample size, the teacher should not have been responsible to organize the third survey. Better results would have been achieved if researchers or research assistants had conducted the survey on an appointed date.

With regard to analyzing the development of interest and self-concept over time, a pre, post, follow-up design was chosen. Accordingly, the dependent variables were measured right at the beginning of the laboratory activity, and it cannot be excluded that due to the new environment or a preparation for the visit, the dependent variables have already been affected. Thus, we suggest assessing the individual baseline at the school before any preparation takes place and to expand the design by a control group measurement to rule out other possible explanations for the effects.

Other limitations refer to possible influences that were not subject to this study. A pre and post work at school is not considered in this study nor are the expectations of students and accompanying teachers. The different duration of the laboratory activity, from half-day-activities to whole-week-visits, as well as the different conditions of a visit, as part of a school activity compared to a visit of a holiday workshop, were not considered here either. Further research on these influences is necessary.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This study examined the influence of out-of-school laboratories on interest and self-concept. Because we have taken into account three measurement occasions to analyze short- and long-term development, the effects can be more safely attributed to the laboratory visit. The multilevel method, which takes into account the hierarchical structure of the data, represents a novelty in this field of research. Due to the piecewise change model, short-term and long-term effects could be investigated in detail. It turned out that a laboratory activity promotes interest in science and the science self-concept with a short-term effect and long-term effect. Regarding these aspects, the aims of the out-of-school laboratory visit were fully accomplished. In contrast, interest in experimentation increases only with a short-term effect, but decreases again after the lab visit. It is supposed that a post work at school would be able to prevent the decline of interest in

experimentation and to boost the development of interest in science and the science self-concept. This should be subject to further research as well as to efforts of teachers.

In addition, also other out-of-school activities like field trips to the zoo or the museum can have similar effects (e.g. Davidson, Passmore, & Anderson, 2009; Anderson, Kisiel, & Storksdieck, 2006). Comparing such different approaches, might be subject to other studies.

The study also revealed gender differences regarding the development of interest and self-concept, although they were only significant concerning interest in experimentation. The results suppose greater short-term effects on girls, while in the period after the laboratory activity the interest and self-concept of girls did not increase as it did for boys, and partly even declined. The reasons should be investigated.

Analyzing the impact of perceived laboratory features leads us to the following recommendations for out-of-school laboratories.

- Improve everyday relevance and relevance to society. The perception of relevance has a positive effect on the development of interest in science, as well as interest in experimentation, and the science self-concept.
- Enhance the possibility for students to have free choices, developing experiments on their own, and feeling self-determined, because the perception of autonomy promotes the development of the science self-concept. Of course, that should have limits, since too much autonomy can also lead to excessive demands.
- Review the given instructions to be useful for carrying out the experiments. The perception of the quality of instruction has a positive impact on interest in experimentation.

Further, the perception of authenticity descriptively seems to promote only interest, though, not with statistical significance. In contrast, it seems to have a significant negative effect on the science self-concept. Therefore, how authenticity can be established with pure positive outcomes should be subject to further research.

The given recommendations are also relevant in the context of school. As illustrated at the outset, autonomy, relevance, and the quality of instruction in teaching proved to be conducive to interest and self-concept.

### Abbreviations

AIC Akaike's information criterion, CFA confirmatory factor analyses, CFI comparative fit index, Coeff. estimated coefficient, ICC intraclass correlation coefficient; M mean, MCAR missing completely at random, N frequency, SD standard deviation, SE standard error, SRMR standardized root mean square residual, STEM science, technology, engineering, and mathematics, RMSEA root mean square error of approximation

## Disclosure statement

The authors declare that they have no competing interests.

## REFERENCES

- Anderson, D., Kisiel, J., & Storksdieck, M. (2006). Understanding Teachers' Perspectives on Field Trips: Discovering Common Ground in Three Countries. *Curator: The Museum Journal*, 49(3), 365-386.  
<https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2006.tb00229.x>
- Black, A. E. & Deci, E. L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. *Science Education*, 84(6), 740–756.  
[https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3)
- Brandt, A., Möller, J., & Kohse-Höinghaus, K. (2008). Was bewirken außerschulische Experimentierlabors? Ein Kontrollgruppenexperiment mit Follow up-Erhebung zu Effekten auf Selbstkonzept und Interesse. [What do out-of-school experimental laboratories effect? A control group experiment with follow up survey on effects on self-concept and interest.] *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(1), 5–12. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.22.1.5>
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373–1388.  
<https://doi.org/10.1080/09500690500498419>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1–35.  
<https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1992). The Jasper Series as an example of anchored instruction: Theory, program description, and assessment data. *Educational Psychologist*, 27(3), 291–315.  
[https://doi.org/10.1207/s15326985ep2703\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2703_3)
- Davidson, S. K., Passmore, C., & Anderson, D. (2009). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education*, 22(3)  
<https://doi.org/10.1002/sce.20356>
- Edelson, D. C. (1998). Realising authentic science learning through the adaptation of scientific practice. In B. J. Fraser (Ed.), *International handbook of science education* (pp. 317–332). Dordrecht: Kluwer.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391–450.  
<https://doi.org/10.1080/10508406.1999.9672075>
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken* [Out-of-school laboratories: Authentic, activating learning environments as a way to arouse interest in science and technology]. Berlin: Logos.
- Gardner, P. & Gauld, C. (1990). Labwork and students' attitudes. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum* (pp. 132–156). London: Routledge.

- Garner, N. & Eilks, I. (2015). The expectations of teachers and students who visit a non-formal student chemistry laboratory. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 1197–1210.  
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1415a>
- Garson, G. D. (Ed.). (2013). *Hierarchical Linear Modeling: Guide and Applications*. Los Angeles, CA: Sage.
- Giaconia, R. M., & Hedges, L. V. (1982). Identifying Features of Effective Open Education. *Review of Educational Research*, 52(4), 579-602.  
<https://doi.org/10.3102/00346543052004579>
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen* [Out-of-school laboratories in the field of molecular biology as an interest-promoting learning environment] (Doctoral dissertation).  
[https://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation\\_diss\\_00002564](https://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation_diss_00002564)
- Glowinski, I. & Bayrhuber, H. (2011). Student labs on a university campus as a type of out-of-school learning environment: Assessing the potential to promote students' interest in science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(4), 371–392.  
<http://www.ijese.net/makale/1445>
- Gnambs, T. & Hanfstingl, B. (2015). The decline of academic motivation during adolescence: An accelerated longitudinal cohort analysis on the effect of psychological need satisfaction. *Educational Psychology*, 36(9), 1691-1705.  
<https://doi.org/10.1080/01443410.2015.1113236>
- Goldman, S. R., Mayfield-Stewart, C., Bateman, H. V., Pellegrino, J. W., & and the Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Environments that support meaningful learning. In L. Hoffmann, A. Krapp, K.A. Renninger & J. Baumert (Eds.), *Interest and learning: Proceedings of the Secon-Conference on Interest and Gender* (pp. 184–196). Kiel: IPN.
- Grolnick, W. S., Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1997). Internalization within the family: The self-determination theory perspective. In J. E. Grusec & L. Kuczynski (Eds.), *Parenting and children's internalization of values: A handbook of contemporary theory* (pp. 135–161). Hoboken, NJ: Wiley.
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte* [Analysis of the effectiveness of extracurricular learning places] (Doctoral dissertation).  
<https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/16262>
- Hardy, G. (2014). Academic self-concept: Modeling and measuring for science. *Research in Science Education*, 44(4), 549–579.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-013-9393-7>
- Häussler, P. & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870-888.  
<https://doi.org/10.1002/tea.10048>
- Heck, R. H., Thomas, S. L., & Tabata, L. N. (2010). *Multilevel and longitudinal modeling with IBM SPSS*. New York: Routledge.
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127.  
[https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4)
- Hoferichter, F., Lätsch, A., Lazarides, R., & Raufelder, D. (2018). The Big-Fish-Little-Pond Effect on the Four Facets of Academic Self-Concept. *Frontiers in Psychology*, 9, 1247.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01247>

- Honebein, P. C., Duffy, T. M., & Fishman, B. J. (1993). Constructivism and the design of learning environments: Context and authentic activities for learning. In T. M. Duffy, J. Lowyck & D. H. Jonassen (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (NATO ASI series. Series F: Computer and systems sciences, Vol. 105, pp. 87–108). Berlin: Springer.
- Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, *326*(5958), 1410-1412.  
<https://doi.org/doi:10.1126/science.1177067>
- Itzek-Greulich, H., Flunger, B., Vollmer, C., Nagengast, B., Rehm, M., & Trautwein, U. (2015). Effects of a science center outreach lab on school students' achievement – Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school? *Learning and Instruction*, *38*, 43–52.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.03.003>
- Jang, H., Reeve, J., & Deci, E. L. (2010). Engaging students in learning activities: It is not autonomy support or structure but autonomy support and structure. *Journal of Educational Psychology*, *102*(3), 588-600.  
<https://doi.org/10.1037/a0019682>
- Kammermeyer, G., & Martschinke, S. (2009). Qualität im Anfangsunterricht - Ergebnisse der KILLA-Studie. [Quality of Instruction in First Grade]. *Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung*, *37*(1), 35-54.  
[http://www.digizeitschriften.de/dms/resolveppn/?PID=PPN513613439\\_0037%7CLOG\\_0012](http://www.digizeitschriften.de/dms/resolveppn/?PID=PPN513613439_0037%7CLOG_0012)
- Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, *14*(1), 23–40.  
<https://doi.org/10.1007/BF03173109>
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, *12*(4), 383–409.  
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1)
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, *33*(1), 27–50.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Lazarides, R. & Ittel, A. (2012). Instructional Quality and Attitudes toward Mathematics: Do Self-Concept and Interest Differ across Students' Patterns of Perceived Instructional Quality in Mathematics Classrooms? *Child Development Research*, *2012*(6), 1–11.  
<https://doi.org/10.1155/2012/813920>
- Lazarides, R. & Ittel, A. (2013). Mathematics interest and achievement: What role do perceived parent and teacher support play? A longitudinal analysis. *International Journal of Gender, Science and Technology*, *5*(3), 207–231.  
<http://genderandset.open.ac.uk/index.php/genderandset/article/view/301>
- Lazarides, R., Rubach, C. & Ittel, A. (2016). Achievement- and career-related motivational profiles in mathematics: What role do gender, age and parents' valuing of mathematics play? *International Journal of Gender, Science and Technology*, *8*(1), 124–143.  
<http://genderandset.open.ac.uk/index.php/genderandset/article/view/406/755>
- Leaper, C., & Friedman, C. K. (2007). The socialization of gender. In: J. E. Grusec & P. D. Hastings (Eds.), *Handbook of socialization: Theory and research* (pp. 561-587). New York: Guilford.
- Little, R. J. A. (1988). A Test of Missing Completely at Random for Multivariate Data with Missing Values. *Journal of the American Statistical Association*, *83*(404), 1198.  
<https://doi.org/10.2307/2290157>

- Maerten-Rivera, J. L. (2013). A piecewise growth model using HLM 7 to examine change in teaching practices following a science teacher professional development intervention. In G. D. Garson (Ed.), *Hierarchical Linear Modeling: Guide and Applications* (pp. 249–272). Los Angeles, CA: Sage.
- Marsh, H. W. (1990). The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. *Journal of Educational Psychology, 82*(4), 623–636.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.623>
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Baumert, J. (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: Reciprocal effects models of causal ordering. *Child Development, 76*(2), 397–416.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x>
- Miller, D. I., Nolla, K. M., Eagly, A. H., & Uttal, D. H. (2018). The development of children's gender-science stereotypes: A meta-analysis of 5 decades of U.S. draw-a-scientist studies. *Child Development, 89*(6), 1943–1955.  
<https://doi.org/10.1111/cdev.13039>
- Murphy, P., Lunn, S., & Jones, H. (2006). The impact of authentic learning on students' engagement with physics. *The Curriculum Journal, 17*(3), 229–246.  
<https://doi.org/10.1080/09585170600909688>
- Nagy, G., Garrett, J., Trautwein, U., Cortina, K. S., Baumert, J., & Eccles, J. S. (2008). Gendered high school course selection as a precursor of gendered careers: The mediating role of self-concept and intrinsic value. In H. M. G. Watt & J. S. Eccles (Eds.), *Gender and occupational outcomes: Longitudinal assessments of individual, social, and cultural influences* (1st ed., pp. 115–143). Washington, DC: American Psychological Association.  
<https://doi.org/10.1037/11706-004>
- Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education, 23*(5), 441–467.  
<https://doi.org/10.1080/09500690010006518>
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe* [Out-of-school laboratories as interest-promoting extra-curricular learning environments for lower and upper secondary students] (Doctoral dissertation).  
[https://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation\\_diss\\_00003669](https://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation_diss_00003669)
- Pawek, C. (2012). Schülerlabore als nachhaltig das Interesse fördernde ausserschulische Lernumgebungen. [Out-of-school laboratories as sustaining interest-promoting out-of-school learning environments] In D. Brovelli, K. Fuchs, & R. v. Niederhäusern (Eds.): *Vol. Band 2. Ausserschulische Lernorte - Beiträge zur Didaktik, Kompetenzentwicklung an ausserschulischen Lernorten: Tagungsband zur 2. Tagung Ausserschulische Lernorte der PHZ Luzern vom 24. September 2011* (pp. 69-94). Wien, Zürich: Lit.
- Potvin, P. & Hasni, A. (2014). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *Journal of Science Education and Technology, 23*(6), 784–802.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>
- Priemer, B. & Pawek, C. (2014, April). *Out-of-school STEM learning in Germany: Can we catch and hold students' interest?* Paper presented at the NARST (National Association for Research in Science Teaching) Annual International Conference, Pittsburgh, PA.  
[http://www.unilab-adlershof.de/tl\\_files/unilab/webdata/Materialien/proposal\\_narst\\_2014\\_Priemer\\_Pawek\\_final.pdf](http://www.unilab-adlershof.de/tl_files/unilab/webdata/Materialien/proposal_narst_2014_Priemer_Pawek_final.pdf)
- Ramey-Gassert, L. (1997). Learning science beyond the classroom. *The Elementary School Journal, 97*(4), 433–450.

- <https://doi.org/10.1086/461875>
- Ribisl, K. M., Walton, M. A., Mowbray, C. T., Luke, D. A., Davidson, W. S., & Bootsmiller, B. J. (1996). Minimizing participant attrition in panel studies through the use of effective retention and tracking strategies: Review and recommendations. *Evaluation and Program Planning, 19*(1), 1–25  
[https://doi.org/10.1016/0149-7189\(95\)00037-2](https://doi.org/10.1016/0149-7189(95)00037-2)
- 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.  
<https://doi.org/10.1037/110003-066X.55.1.68>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online, 8*(2), 23–74.
- Semper, R.J. (1990). Science museums as environments for learning. *Physics Today, 43*(11), 50–56  
<https://doi.org/10.1063/1.881216>
- Shavelson, R. J. & Bolus, R. (1982). Self concept: The interplay of theory and methods. *Journal of Educational Psychology, 74*(1), 3–17.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.74.1.3>
- Streller, M. (2015). *The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories*. Dissertation. Universität Dresden.  
[https://pdfs.semanticscholar.org/a899/e216cbc89bdfbc0af7bb74dbb004561aadd5.pdf?\\_ga=2.138665269.761901203.1568724359-64706970.1565091604](https://pdfs.semanticscholar.org/a899/e216cbc89bdfbc0af7bb74dbb004561aadd5.pdf?_ga=2.138665269.761901203.1568724359-64706970.1565091604)
- Stout, J. G., Dasgupta, N., Hunsinger, M., & McManus, M. A. (2011). STEMing the tide: using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Journal of Personality and Social Psychology, 100*(2), 255–270.  
<https://doi.org/10.1037/a0021385>
- Tracey, T. J. G. (2002). Development of interests and competency beliefs: A 1-year longitudinal study of fifth- to eighth-grade students using the ICA-R and structural equation modeling. *Journal of Counseling Psychology, 49*(2), 148–163.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0167.49.2.148>
- Valentine, J. C., DuBois, D. L., & Cooper, H. (2004). The Relation Between Self-Beliefs and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist, 39*(2), 111–133.  
[https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_3)
- Vedder-Weiss, D. & Fortus, D. (2011). Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not? *Journal of Research in Science Teaching, 48*(2), 199-216.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20398>
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centres. *Physics Education, 25*(5), 247–252
- Weßnigk, S. & Euler, M. (2011). The potential of an out-of-school laboratory to improve the image of physics and chemistry. In C. Bruguière, A. Tiberghien, & Pp. Clément (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship*. Part 2 (Caravati, S. & Zeyer, A.) Lyon, France: European Science Education Research Association.  
<https://www.esera.org/conference-proceedings/21-esera-2011/280-strand-2>
- White, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education, 18*(7), 761–774.  
<https://doi.org/10.1080/0950069960180703>
- Wilkins, J. L. M. (2004). Mathematics and science self-Concept: An international investigation. *The Journal of Experimental Education, 72*(4), 331–346.  
<https://doi.org/10.3200/JEXE.72.4.331-346>

**Table 1: Scales, Sample items and Cronbach's alphas**

Scale (number of items)	Sample item	Frequency/Cronbach's alpha		
		T1	T2	T3
Interest in science (5)	Science is one of the most important things me personally.	495/ .77	491/ .75	359/ .81
Interest in experimentation (3)	While experimenting, it can happen that I do not even notice how time goes by.	519/ .68	508/ .66	360/ .71
Science self-concept (6)	For some things in science / technology, which I do not understand, I know from the outset: "I'll never understand that"	497/ .86	482/ .86	336/ .88
Relevance (3)	Today I recognized a relationship between research and my everyday life.	-	526/ .71	-
Autonomy (3)	I did not have the opportunity to develop experiments on my own. (recoded)	-	529/ .75	-
Authenticity (4)	Today I got a sense of how research works.	-	521/ .80	-
Instruction (4)	The supervisors explained enough to me to carry out the experiments successfully.	-	510/ .79	-

**Table 2: Means (M) and Standard Deviations (SD) for each time-point depending on gender**

Variable	Gender	<i>M (SD)</i>		
		T1	T2	T3
Interest in science	Overall	2.70 (0.67)	2.74 (0.66)	2.84 (0.73)
	Female	2.61 (0.68)	2.67 (0.68)	2.70 (0.75)
	Male	2.80 (0.64)	2.82 (0.63)	2.99 (0.68)
Interest in experimentation	Overall	2.91 (0.71)	2.97 (0.71)	2.89 (0.73)
	Female	2.87 (0.74)	2.98 (0.74)	2.76 (0.77)
	Male	2.95 (0.67)	2.96 (0.69)	3.03 (0.65)
Science self-concept	Overall	2.81 (0.73)	2.84 (0.73)	2.88 (0.77)
	Female	2.65 (0.73)	2.72 (0.75)	2.71 (0.79)
	Male	2.99 (0.68)	2.98 (0.69)	3.06 (0.71)

**Table 3: Means and Standard Deviations for each time-point depending on school level**

Variable	School level	<i>M (SD)</i>		
		T1	T2	T3
Interest in science	Primary	2.70 (0.63)	2.79 (0.70)	2.94 (0.78)
	Lower secondary	2.66 (0.68)	2.68 (0.65)	2.76 (0.74)
	Upper secondary	2.77 (0.65)	2.80 (0.65)	2.91 (0.68)
Interest in experimentation	Primary	3.18 (0.70)	3.27 (0.68)	3.10 (0.77)
	Lower secondary	2.94 (0.70)	2.98 (0.70)	2.96 (0.71)
	Upper secondary	2.70 (0.66)	2.77 (0.69)	2.71 (0.72)
Science self-concept	Primary	2.76 (0.67)	2.90 (0.71)	2.99 (0.82)
	Lower secondary	2.84 (0.75)	2.83 (0.74)	2.86 (0.79)
	Upper secondary	2.78 (0.72)	2.83 (0.73)	2.86 (0.72)



**Table 4: Spearman’s Rho Correlation between interest in science, interest in experimentation, science self-concept, and the laboratory features**

	Relevance	Autonomy	Authenticity	Instruction	Interest in science	Interest in experimentation
Relevance	1.00					
Autonomy	0.05	1.00				
Authenticity	.39***	.10*	1.00			
Instruction	.13**	.23***	.21***	1.00		
Interest in science	.39***	.09*	.11*	.13**	1.00	.
Interest in experimentation	.32***	.12**	.21***	.23***	.50***	1.00
Science self-concept	.21***	.13**	-.09*	.11*	.58***	.39***

Note. \*\*\*  $p < 0.001$  level (2-tailed), \*\*  $p < 0.01$  level (2-tailed), \*  $p < 0.05$  level (2-tailed),  $N = 513 - 534$ .

**Table 5: Results of the stepwise model comparison for interest in science, 2-level-model (time, student)**

Model	Unconditional intercept model		Unconditional growth model		Final model	
	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE
Intercept	2.77	***0.03	2.71	***0.03	2.64	***0.07
Slope T1-T2			0.06	**0.02	0.07	**0.02
Slope T2-T3			0.07	*0.03	0.07	*0.03
Gender (girls reference)					0.17	**0.05
Upper secondary students					-0.01	0.08
Lower secondary students					-0.09	0.07
Slope T1-T2 * relevance (grand mean)					0.13	***0.03
Slope T1-T2 * authenticity (grand mean)					0.04	0.03
Slope T1-T2 * instruction (grand mean)					0.03	0.04
<b>Model Fit</b>						
Deviance	2300.87		2257.13		1943.28	
Number of Parameters	3		7		12	
AIC	2306.87		2271.13		1967.28	
<b>Model Comparison</b>						
$\chi^2$			43.75		357.59	
$df$			4		5	
$p$			<.001		<.001	

Note. +  $p < .10$  level, \*  $p < .05$  level, \*\*  $p < .01$  level, \*\*\*  $p < .001$  level

**Table 6: Results of the stepwise model comparison for interest in experimentation, 2-level-model (time, student)**

Model	Unconditional intercept model		Unconditional growth model		Final model	
	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE
Intercept	2.93	***0.03	2.91	***0.03	3.10	***0.07
Slope T1-T2			0.07	**0.03	0.12	**0.04
Slope T2-T3			-0.09	**0.03	-0.17	***0.04

Gender (girls reference)			0.13	*0.06
Slope T1-T2 * gender			-0.09	+ 0.05
Slope T2-T3 * gender			0.21	***0.06
Upper secondary students			-0.50	***0.08
Lower secondary students			-0.22	**0.07
Slope T1-T2 * relevance (grand mean)			0.14	***0.03
Slope T1-T2 * autonomy (grand mean)			0.05	0.03
Slope T1-T2 * authenticity (grand mean)			0.03	0.03
Slope T1-T2 * instruction (grand mean)			0.11	*0.05
<b>Model Fit</b>				
Deviance	2578.78	2565.18	2200.46	
Number of Parameters	3	7	14	
AIC	2584.78	2579.18	2228.46	
<b>Model Comparison</b>				
$\chi^2$		13.59	378.32	
$df$		4	7	
$p$		<.01	<.001	

Note. +  $p < .10$  level, \*  $p < .05$  level, \*\*  $p < .01$  level, \*\*\*  $p < .001$  level

**Table 7: Results of the stepwise model comparison for science self-concept, 2-level-model (time, student)**

Model	Unconditional intercept model		Unconditional growth model		Final model	
	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE
Intercept	2.85	***0.03	2.82	***0.03	2.69	***0.07
Slope T1-T2			0.05	*0.02	0.05	*0.02
Slope T2-T3			0.01	0.03	0.01	0.03
Gender (girls reference)					0.33	***0.06
Upper secondary students					-0.12	0.09
Lower secondary students					-0.04	0.08
Slope T1-T2 * relevance (grand mean)					0.09	***0.03
Slope T1-T2 * autonomy (grand mean)					0.08	**0.02
Slope T1-T2 * authenticity (grand mean)					-0.07	*0.03
Slope T1-T2 * instruction (grand mean)					0.04	0.04
<b>Model Fit</b>						
Deviance	2430.44		2407.45		2066.70	
Number of Parameters	3		7		13	
AIC	2436.44		2421.45		2092.70	
<b>Model Comparison</b>						
$\chi^2$			22.99		340.75	
$df$			4		6	

*p*

<.001

<.001

---

Note. +  $p < .10$  level, \*  $p < .05$  level, \*\*  $p < .01$  level, \*\*\*  $p < .001$  level



## 2.2 Studie 2

### **Untersuchung der Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches und der Erwartungen begleitender Lehrkräfte sowie teilnehmender Schülerinnen und Schüler**

Derda, M. (accepted). Untersuchung der Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches und der Erwartungen begleitender Lehrkräfte sowie teilnehmender Schülerinnen und Schüler. In K. Sommer, J. Wirth, & M. Vanderbeke (Hrsg.), Handbuch Forschen im Schülerlabor - Theoretische Grundlagen, empirische Forschungsmethoden und aktuelle Anwendungsgebiete. Münster: Waxmann-Verlag

### **Untersuchung der Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches und der Erwartungen begleitender Lehrkräfte sowie teilnehmender Schülerinnen und Schüler**

Das Dissertationsprojekt, das die Basis dieser Untersuchung bildet, analysiert die Wirkung von sechs Schülerlaboren der TU Berlin auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes. Hierbei gehen die erhobenen Labormerkmale als Einflussfaktoren in die Analyse ein (Derda & Pfetsch, 2019). Ziel ist es, Handlungsempfehlungen zur Durchführung von Schülerlaboren zu generieren. In der vorliegenden Studie wird die Unterrichtseinbindung des Schülerlaborbesuches betrachtet sowie die Erwartungen der begleitenden Lehrkräfte und teilnehmenden Schülerinnen und Schüler an den Besuch. Dabei wird angenommen, dass Lehrkräfte die Unterrichtseinbindung auf Grundlage ihrer Erwartungen an einen Laborbesuch gestalten und auf diese Weise zu den Erwartungen der Teilnehmenden beitragen. Der Beitrag beschreibt zunächst den aktuellen Forschungsstand sowie die in dieser Studie verwendeten Methoden. Hiernach werden die Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Untersuchung dargestellt.

#### *1. Ausgangslage*

Es wurden bereits mehrere Studien zur Wirkung von Schülerlaboren durchgeführt. Hierbei wurde eine kurze bis mittelfristige Interessensteigerung (u. a. Engeln, 2004; Pawek, 2009) nachgewiesen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass eine anhaltende Interessenförderung nur durch eine adäquate Unterrichtseinbindung des Schülerlaboraufenthalts gelingt (u. a. Streller, 2016; Zehren, 2009), die allerdings selten stattfindet (Pawek, 2009, S. 173ff).

Die Erwartungen der begleitenden Lehrkräfte und teilnehmenden Schülerinnen und Schüler rückten erst in jüngerer Zeit ins Blickfeld der Schülerlaborforschung. Der Studie von Schmidt et al. (2011) zufolge erwarten Lehrkräfte vorrangig eine Interessenförderung vor kognitivem Lernzuwachs und Experimenten. Eine unterrichtliche Vor- und Nachbereitung wird mehrheitlich als unerlässlich eingeschätzt. Die Lernenden erwarten hingegen, nach der Fragebogenstudie von Garner (2015), vorwiegend Experimente, bessere Rahmenbedingungen als in der Schule sowie fachliches Lernen.

Die hier vorgestellte Untersuchung betrachtet die Hintergründe mangelnder Unterrichtseinbindung und stellt hierdurch eine wichtige Erweiterung der bisherigen Forschung dar. Des Weiteren wird dazu beigetragen, die Erwartungen von Schülerinnen und Schülern sowie der begleitenden Lehrkräfte an einen Schülerlaborbesuch bedienen zu können.

Die Forschungsfragen dieser Studie lauten wie folgt.

F1: Welche Erwartungen haben begleitende Lehrkräfte und teilnehmende Schülerinnen und Schüler an den Laborbesuch? Inwieweit werden die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler erfüllt und welche Zusammenhänge ergeben sich zwischen der Erwartungserfüllung und den Effekten des Schülerlaborprojektes?

F2: Inwieweit wird der Laborbesuch in den Unterricht eingebunden und welche Zusammenhänge ergeben sich zwischen der Unterrichtseinbindung und den Effekten des Schülerlaborprojektes?

## *2. Methoden*

Die Studie kombiniert quantitative mit qualitativen Forschungsmethoden. Die quantitativen Methoden dienen der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Unterrichtseinbindung bzw. Erwartungserfüllung und den Effekten des Schülerlaborprojektes. Mit Hilfe der qualitativen Methoden werden tiefere Einblicke in die Erwartungen der Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler an einen Schülerlaborbesuch gewonnen und Gründe für die (Nicht-) Einbindung des Besuches in den Unterricht untersucht.

Die Stichprobe der quantitativen Untersuchung umfasst 446<sup>10</sup> Teilnehmende zum ersten Messzeitpunkt (T2: N=428, T3: N=311) der Klassenstufen 5 bis 13. Davon sind 48,3% weiblich. Die Teilnehmenden besuchten ein Schülerlaborprojekt in den Fachbereichen Physik, Chemie oder Informatik.

Der eingesetzte Fragebogen (in Anlehnung an Engeln, 2004; Glowinski, 2007; Pawek, 2009) enthält geschlossene Likert-skalierte Fragen zum Interesse an Naturwissenschaften, dem Interesse am Experimentieren und dem naturwissenschaftsbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept sowie zur Unterrichtseinbindung, Erwartungserfüllung und offene Fragen zu den Erwartungen. Um die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes zu untersuchen, wurde der Fragebogen direkt vor Beginn des Schülerlaborprojektes (T1), direkt im Anschluss (T2) und nach 9 bis 12 Wochen (T3) eingesetzt.

Die Erwartungserfüllung wurde im Fragebogen T2 über das Einzelitem „Wie sehr haben sich deine Erwartungen erfüllt?“ mit einer 5-stufigen Antwortskala erhoben. Die Unterrichtseinbindung stellt eine aus drei mehrstufigen Items (siehe Tabelle 3) zusammengesetzte Skala dar.<sup>11</sup> Die Zusammenhänge der Erwartungserfüllung bzw. der Unterrichtseinbindung zum Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept, die hier berichtet werden, wurden in Korrelationsanalyse in SPSS berechnet. Die hieraus vermuteten Effekte auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes wurden mittels eines Multilevel Modells (Heck, Thomas & Tabata, 2010) analysiert.<sup>12</sup>

An der qualitativen Untersuchung nahmen elf Schülerinnen und Schüler sowie neun Lehrkräfte teil. In sechs Leitfaden gestützten Interviews wurden die Schülerinnen (N=4) und Schüler (N=7) direkt vor Beginn des Schülerlaborprojektes zu ihren Erwartungen an den Laborbesuch

---

<sup>10</sup> Die Gesamtstichprobe der Hauptstudie war größer, N=530, und enthielt auch Schülerinnen und Schüler, die das Schülerlaborprojekt in ihrer Freizeit besuchten. Die in diesem Beitrag berichteten Ergebnisse der quantitativen Untersuchung beziehen sich jedoch nur auf die Schülerinnen und Schüler, die das Schülerlaborprojekt im Rahmen eines Schulausflugs besuchten.

<sup>11</sup> Cronbachs Alpha = .605, N=297. Im Allgemeinen gilt die Reliabilität einer Skala bei einem Wert zwischen .6 und .69 als fragwürdig. Jedoch wird die Zuverlässigkeit der Skala in Anbetracht der geringen Itemzahl hier dennoch als akzeptabel interpretiert (Field, 2013).

<sup>12</sup> Siehe hierzu Derda (2019) und Derda & Pfetsch (2019).

befragt. Fünf der Interviews fanden als Gruppeninterview mit zwei Schülerinnen bzw. Schülern statt, eines als Einzelinterview.<sup>13</sup>

Die begleitenden Lehrkräfte wurden ebenso in Leitfadeninterviews zu ihren Erwartungen an den Laborbesuch und zu dessen Unterrichtseinbindung befragt.<sup>14</sup> Von den acht Interviews fanden sieben als Einzelinterviews mit Lehrern und eines als Gruppeninterview mit zwei Lehrerinnen statt.

Die Auswertung der Interviews erfolgte mit Hilfe der Zusammenfassenden Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015). Hierzu wurde zunächst ein Kategoriensystem deduktiv aus den oben vorgestellten Studien (siehe Kapitel 1) aufgestellt und während der Analyse induktiv aus dem Material heraus erweitert und verfeinert. Die Interviews wurden anschließend von der Autorin und jeweils einer anderen Person parallel kodiert, die Codes den Kategorien zugeordnet und die Zuordnung kollegial validiert. Das Kategoriensystem ist in Tabelle 1 zu sehen. Für die Auswertung der offenen Fragen zu Erwartungen aus dem Fragebogen wurde das entwickelte Kategoriensystem aus den Schülerinterviews übernommen und noch einmal induktiv erweitert. Die Antworten wurden kodiert und die Anzahl der Zuordnungen in jeder Kategorie wurde gezählt.

*Tabelle 1: Kategorien der Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler bzgl. ihrer Erwartungen*

Kategorien der Lehrkräfte	Kategorien der Schülerinnen und Schüler
1. Berufsorientierung durch Einblick in Forschung und Studium	1. Möglichkeit zum Experimentieren oder praktischen Arbeiten
2. Thematische Ergänzung des Unterrichts	2. Fachliches Lernen
3. Anderer Lernort	3. Spaß
4. Bessere Rahmenbedingungen	4. Bessere Rahmenbedingungen
5. Interesse wecken/ Interesse fördern	5. Einblick in Universität und Forschung
6. Praktische Anwendung des Unterrichts	6. Kompetenzerleben
7. Praktisches und selbstständiges Arbeiten und Ausprobieren	7. Selbstständiges Arbeiten und Ausprobieren

<sup>13</sup> Beispielfragen aus dem Leitfaden der Schülerinterviews: „Erzähl doch mal, mit welchen Erwartungen bist du hierhergekommen?“, „Worauf freust du dich?“, „Worauf hast du keine Lust?“.

<sup>14</sup> Beispielfragen aus dem Leitfaden der Lehrkräfteinterviews: „Mit welchen Erwartungen/mit welcher Motivation besuchen Sie das Schülerlabor?“, „Inwiefern machen Sie mit den Schülerinnen und Schülern eine Vor- und Nachbereitung?“.

### 3. Ergebnisse

Hier werden zunächst die Ergebnisse zur Forschungsfrage 1, der Frage nach den Erwartungen und der Erwartungserfüllung, berichtet. Im Anschluss werden die Ergebnisse der zweiten Forschungsfrage beleuchtet. Die quantitativen Ergebnisse zur Erwartungserfüllung zeigen (Tabelle 2), dass die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler weitestgehend erfüllt werden.

Tabelle 2: Antworthäufigkeiten der Schülerinnen und Schüler zur Erwartungserfüllung

Item	gar nicht	eher nicht	teilweise	größtenteils	voll
Wie sehr haben sich deine Erwartungen erfüllt?	1,0%	5,2%	17,9%	37,3%	38,6%

Die Erwartungserfüllung korreliert signifikant positiv mit dem Wunsch, das Schülerlaborprojekt erneut zu besuchen ( $r_s=.36$ ,  $p<.001$ ), einer Weiterempfehlung ( $r_s=.32$ ,  $p<.001$ ) und der Zufriedenheit ( $r_s=.53$ ,  $p<.001$ ) der Teilnehmenden. Des Weiteren ergeben sich signifikant positive schwache bis mittlere Zusammenhänge der Erwartungserfüllung zum Interesse an Naturwissenschaften ( $r_s=.34$ ,  $p<.001$ ), dem Interesse am Experimentieren ( $r_s=.46$ ,  $p<.001$ ) und dem Fähigkeitsselbstkonzept ( $r_s=.15$ ,  $p=.003$ ) zum zweiten Messzeitpunkt. Diese lassen einen positiven Effekt der Erwartungserfüllung auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes vermuten, der durch die berechneten Multilevel Modelle bestätigt wird (siehe Derda, 2019).<sup>15</sup> Daher ist es von Bedeutung für den Erfolg des Schülerlabors, die Erwartungen der Teilnehmenden zu erheben und zu berücksichtigen.

Die Auswertung der Lehrkraftinterviews zu ihren Erwartungen ergibt, dass die meisten Lehrkräfte durch den Laborbesuch den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben möchten, sich mit ihrer beruflichen Zukunft auseinanderzusetzen (7/8)<sup>16</sup>. Häufig dient der Laborbesuch

<sup>15</sup> Eine ausführliche Darstellung der Methode des Multilevel Modells und der Effekte der Schülerlabore an der TU Berlin auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes ist in Derda & Pfetsch (2019, eingereicht) zu lesen.

<sup>16</sup> In Klammern wird die Anzahl der Interviews, in denen diese Erwartungskategorie genannt wurde, in Bezug auf alle Interviews angegeben.



auch einer thematischen Ergänzung des Unterrichts (7/8), dennoch betonen die Lehrkräfte, dass das fachliche Lernen im Schülerlabor nicht im Vordergrund stehe. Vielmehr sollen die Schülerinnen und Schüler durch das Besuchen eines anderen Lernortes (6/8) und Einblicke in Themen außerhalb des Rahmenlehrplans ihren Horizont erweitern. Dabei wird von einem Schülerlabor auch erwartet, das Interesse der Teilnehmenden für Naturwissenschaften und Technik zu fördern (5/8). Ferner erwarten die interviewten Lehrkräfte bessere Rahmenbedingungen als in der Schule (5/8) wie u. a. vorbereitete Experimente und moderne Arbeitsmittel. Jeweils drei Nennungen entfallen auf die Kategorien der praktischen Anwendung der Unterrichtsinhalte, der selbstständigen Arbeit der Schülerinnen und Schüler sowie einem Bezug zum Alltag oder zur Praxis und einer Verdeutlichung der Bedeutung des Themas für die Gesellschaft.<sup>17</sup>

Die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler wurden sowohl in Leitfadeninterviews als auch in den Fragebögen erhoben. In den Interviews waren die wesentlichen Erwartungen das praktische oder experimentelle Arbeiten im Schülerlabor (6/6) und fachliches Lernen (6/6). Bei denjenigen, die das Labor im Rahmen des Unterrichts besuchten, bezog sich das fachliche Lernen auf eine Vertiefung und Anwendung des Unterrichtsthemas. Die Erwartung Spaß (5/6) wurde ebenfalls von den meisten Interviewteilnehmenden geäußert. Weitere genannte Erwartungen waren: bessere Bedingungen zum Experimentieren als in der Schule (3/6), Einblicke in die Universität oder Forschung (3/6), Kompetenzerleben (2/6) und Selbstständigkeit (2/6).

Die Ergebnisse zu den Erwartungen der Schülerinnen und Schüler aus der Fragebogenerhebung unterstützen weitgehend die Ergebnisse aus den Interviews. Auf die Frage „Was erwartest du heute?“ entfallen die meisten Antworten, ebenso wie in den Leitfadeninterviews, auf die Kategorien Fachliches Lernen (38,8%), Experimente (36,3%) und Spaß (22,4%). Die Frage „Worauf hast du gar keine Lust?“ beantworteten nur 254 Schülerinnen und Schüler. Die Antworten beziehen sich größtenteils auf „zu viel Theorie“ (48,8%), Tätigkeiten, die mit der Schule assoziiert sind (27,6%) wie Schreiben, Rechnen, Vorträge halten oder Auswerten, und Langeweile (13,8%).

---

<sup>17</sup> Einzeln genannte Aspekte waren der Besuch als Belohnung am Ende einer Unterrichtsreihe, Spaß oder eine Mädchenförderung durch den Besuch eines geschlechtshomogenen Workshops im Physikbereich.

Die zweite Forschungsfrage beleuchtet die Unterrichtseinbindung. Die quantitative Untersuchung hierzu offenbart, dass eine umfangreiche Unterrichtseinbindung selten stattfindet (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Antworthäufigkeiten der Teilnehmenden zu den Items der Unterrichtseinbindung

Item	trifft zu	nicht wenig	viel
Wir haben im Unterricht über das Schülerlabor gesprochen (z.B. welche Experimente/Aufgaben wir machen werden). (T1)	30,6%	54,1%	15,3%
	stimmt gar nicht	stimmt etwas	stimmt völlig
Ich wurde im Unterricht ausreichend auf den heutigen Besuch und die durchgeführten Experimente/Aufgaben vorbereitet. (T2)	31,7%	53,0%	15,3%
	gar nicht	wenig	viel
Wie ausführlich habt ihr nach dem Besuch im Schülerlabor im Unterricht über das Labor gesprochen (z.B. die Experimente/Aufgaben die ihr gemacht habt)? (T3)	33,2%	41,9%	24,9%

Nichtsdestotrotz zeigen die Untersuchungen einen positiven Effekt der Unterrichtseinbindung. So hängt eine von den Schülerinnen und Schülern als ausreichend eingeschätzte Unterrichtsvorbereitung zwar schwach, aber signifikant positiv mit dem Interesse an Naturwissenschaften ( $r_s=.15, p=.002$ ), dem Interesse am Experimentieren ( $r_s=.17, p<.001$ ) und dem Fähigkeitsselbstkonzept ( $r_s=.16, p=.001$ ) direkt nach dem Schülerlaborprojekt zusammen. Die hieraus vermuteten Effekte auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes konnten trotz der geringen Korrelationsstärken in den Multilevel Modellen bestätigt werden (siehe Derda, 2019). Die Unterrichtsnachbereitung ist geeignet, ein Absinken des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes im Zeitraum nach dem Laborbesuch tendenziell zu verhindern bzw. ein weiteres Ansteigen zu fördern (ebd.). Umso mehr ist es von Bedeutung, die Gründe für die unzureichende Unterrichtseinbindung zu ermitteln. Daher werden nachfolgend die Ergebnisse der qualitativen Untersuchung berichtet.

Von den acht interviewten Lehrkräften geben nur zwei an, der Schülerlaborbesuch sei in die Unterrichtsreihe eingeplant und eingebunden. Dabei stand für beide Lehrkräfte beim Laborbesuch die praktische Anwendung der vermittelten Unterrichtsinhalte im Vordergrund. Bei einer anderen Lehrkraft ist der Laborbesuch zwar nicht direkt in die Unterrichtsreihe

eingepplant, ein ähnliches Thema wurde jedoch zu einem vorherigen Zeitpunkt im Unterricht behandelt. In diesem Fall war die Vorbereitung durch Wiederholung den Schülerinnen und Schülern überlassen. Eine Nachbereitung war im Sinne des Besprechens der Eindrücke geplant. In den anderen fünf Fällen war das Schülerlaborthema nicht im Rahmenlehrplan enthalten. Dennoch halten drei dieser Lehrkräfte eine Vor- und Nachbereitung für sinnvoll. Die Vorbereitung bestand in der Vorstellung des Inhalts und organisatorischen Ablaufs des Laborbesuches durch die Lehrkraft. Die Nachbereitung sollte unter anderem durch eine Projektvorstellung durch die Teilnehmenden in der Schule oder des Schreibens eines Artikels für die Schulhomepage stattfinden und der Reflexion der Erlebnisse dienen. Zwei Lehrkräfte geben an, den Laborbesuch überhaupt nicht in den Unterricht einzubinden. Die von den interviewten Lehrkräften genannten Schwierigkeiten sowie Gründe für eine fehlende Unterrichtsvor- und -nachbereitung sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Aussagen der Lehrkräfte zu Gründen mangelnder Unterrichtseinbindung

Gründe für fehlende Vorbereitung	Gründe für fehlende Nachbereitung
Enger Rahmenlehrplan lässt wenig Spielraum	
Gruppe der Teilnehmenden ist aus mehreren Klassen oder auch kooperierenden Schulen zusammengesetzt	
Inhalt des Workshops war im Vorhinein nicht bekannt	Fehlende technische Möglichkeiten in der Schule
Vorbereitung könnte Langeweile erzeugen	Nachbereitung würde Höhepunkt kaputt machen

Zur Notwendigkeit der Unterrichtseinbindung des Laborbesuches existieren durchaus kontrastierende Meinungen der interviewten Lehrkräfte, die anhand zweier Zitate zur Unterrichtsvorbereitung verdeutlicht werden sollen.

*„[...] ich halte es nicht für sonderlich sinnvoll, solche Veranstaltungen wie heute komplett unvorbereitet zu lassen, weil dann der Sprung für die Schüler einfach zu groß wäre.“ (DL II, Absatz 79)*

*„[...] dann wäre es ja schlimm, wenn ich das im Vorfeld schon alles hätte. Dann würde ich nur davorstehen und denken: langweilig.“ (SFB1, Absatz 67)*

Lehrkräfte, die eine Unterrichtseinbindung generell für wichtig erachten, wünschen sich Informationsmaterial zur Vorbereitung sowie unterstützende Materialien oder weiterführende Aufgaben für eine unterrichtliche Nachbereitung.

#### 4. Zusammenfassung

Die Ergebnisse zu den Erwartungen der Lehrkräfte stellen nur teilweise eine Bestätigung vorhandener Forschungsergebnisse dar. Im Gegensatz zu der Untersuchung von Schmidt et al. (2011) scheinen in der vorliegenden Untersuchung die Berufsorientierung und bessere Rahmenbedingungen wesentliche Erwartungen begleitender Lehrkräfte darzustellen.

Die Unterrichtseinbindung wird laut Schmidt et al. (ebd.) von den befragten Lehrkräften als unerlässlich eingeordnet, zugleich wird auf den Rahmenlehrplan als hierfür einschränkenden Faktor hingewiesen. Aus der vorliegenden Untersuchung ergeben sich darüber hinaus differenziertere Aussagen: So existieren unter den interviewten Lehrkräften gegensätzliche Meinungen zur Notwendigkeit einer Unterrichtseinbindung. Drei der fünf Lehrkräfte, die ein Labor ohne Lehrplanbezug besuchten, geben an, eine kurze Vor- und Nachbereitung im Unterricht sei dennoch wichtig und realisierbar. Ferner wurden weitere Gründe für die mangelnde Unterrichtseinbindung genannt. Die hier dargestellten Ergebnisse sollten zukünftig durch größer angelegte Untersuchungen überprüft werden. Hier besteht Potential, die Nachhaltigkeit von Schülerlaborbesuchen zu erhöhen.

Die Ergebnisse zu den Erwartungen der Schülerinnen und Schüler stellen ebenfalls eine Erweiterung zu den Ergebnissen bei Garner (2015) dar. Neben den Experimenten wurden in der vorliegenden Fragebogenstudie fachliches Lernen und Spaß als häufigste Erwartungen genannt. Während bei Garner „bessere Rahmenbedingungen“ die zweite wesentliche Erwartung darstellt, waren in der vorliegenden Untersuchung nur Einzelnennungen in dieser Kategorie zu verzeichnen. Die Berücksichtigung der Erwartungen bei der Gestaltung der Schülerlabore, so deuten erste quantitative Ergebnisse an, bieten das Potential, die Zufriedenheit der Teilnehmenden und die Effekte des Laborbesuches zu erhöhen.

#### Literatur

- Derda, M. 2019 *in Druck*. Handlungsempfehlungen für Schülerlabore. In L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Röben, & S. Selle (Hrsg.), *Außerschulische Lernorte - Beiträge zur Didaktik*. Lit Verl.
- Derda, M., & Pfetsch, J. 2019 *eingereicht*. The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept. *International Journal of Science Education*.
- Engeln, K. 2004. *Schülerlabors: Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Dissertation. Universität Kiel.
- Field, A. 2013. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics: And sex and drugs and rock 'n' roll*. MobileStudy. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: Sage.

- Garner, N. 2015. *Nachhaltigkeit und Chemie - ein Schülerlabor als Ort der Innovation von Chemieunterricht*. kumulative Dissertation. Universität Bremen.
- Glowinski, I. 2007. *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen*. Dissertation. Universität Kiel.
- Heck, R. H., Thomas, S. L., & Tabata, L. N. 2010. *Multilevel and longitudinal modeling with IBM SPSS*. New York: Routledge.
- Mayring, P. 2015. *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). Beltz Pädagogik. Weinheim: Beltz.
- Pawek, C. 2009. *Schülerlabore als interessenfördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation. Universität Kiel.
- Schmidt, I., Di Fuccia, D. S., & Ralle, B. 2011. Außerschulische Lernstandorte: Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften und Schulleitungen. *Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht*, 64(6), 362–369.
- Streller, M. 2016. *The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories*. Dissertation. Universität Dresden.
- Zehren, W. 2009. *Forschendes Experimentieren im Schülerlabor*. Dissertation. Universität Saarbrücken

## **Erwartungen der Schüler\*innen an den Besuch eines Schülerlabors an der Technischen Universität Berlin**

Derda, M. (accepted). Erwartungen der Schüler\*innen an den Besuch eines Schülerlabors an der Technischen Universität Berlin. In: M. Stein, M. Jungwirth, N. Harsch, Y. Korflür (Hrsg.): Forschen.Lernen.Lehren an öffentlichen Orten – The Wider View. Tagungsband. Münster: WTM-Verlag.

Mareen DERDA, Technische Universität Berlin

## **Erwartungen der Schüler\*innen an den Besuch eines Schülerlabors an der Technischen Universität Berlin**

Im Rahmen eines Dissertationsprojektes wurden sechs Schülerlabore im Bereich von Physik, Chemie, Technik und Informatik untersucht, um Handlungsempfehlungen zu entwickeln. In diesem Beitrag steht der Untersuchungsbereich der Erwartungen der Schüler\*innen im Fokus.

### **1. Theoretischer Hintergrund und Forschungsfragen**

Erwartungen „stellen subjektive Zukunftsvorhersagen“ dar, die „Gefühle, Gedanken und schließlich auch Handlungen einer Person“ beeinflussen (Olson, Roesse & Zanna, 2000, p.31). Die Erwartungen teilnehmender Schüler\*innen an einen Schülerlaborbesuch wurden bisher wenig erforscht. Die ausführlichste Studie stammt von Garner (2015). Hier waren die Durchführung von Experimenten und bessere Rahmenbedingungen zum Experimentieren als in der Schule die häufigsten Erwartungen. Der folgende Beitrag liefert einen Beitrag zur Validierung dieser ersten Ergebnisse. Des Weiteren wurden die Erwartungserfüllung sowie deren Einflüsse bislang nicht untersucht. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen: 1. Welche Erwartungen haben teilnehmende Schüler\*innen an einen Schülerlaborbesuch? 2. Inwieweit werden die Erwartungen erfüllt? 3. Welche Zusammenhänge ergeben sich aus der Erwartungserfüllung?

### **2. Stichprobe und Methoden**

Die Erwartungen wurden in sechs Leitfadeninterviews (n=7 ♂, n=4 ♀) und offenen Fragen eines Fragebogens (n=530) direkt vor Beginn des Schülerlaborprojektes ermittelt. Die Auswertung erfolgte mittels Zusammenfassender Qualitativer Inhaltsanalyse. Die Stichprobe der Fragebogenerhebung war zu 50,9 % weiblich. 84,2 % besuchten das Schülerlabor im Rahmen eines Schulausflugs, 15,8 % in ihrer Freizeit. Ein weiterer Fragebogen im Anschluss an das Schülerlaborprojekt erfragte die Erwartungserfüllung. Beide

Fragebögen enthielten geschlossene Likert-skalierte Fragen zum Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept. Die Auswertung erfolgte in SPSS mittels eines Wachstumskurvenmodells.

### 3. Auszug aus den Ergebnissen

Die häufigsten Erwartungen („Was sind deine Erwartungen heute?“) sowohl in den Interviews<sup>18</sup> als auch in der Fragebogenuntersuchung waren praktisches und experimentelles Arbeiten, fachliches Lernen und Spaß (siehe Abbildung 1). Jedoch ergaben sich verschiedene Häufigkeiten je nach Kontext des Laborbesuches (Schulflug/ Ferienangebot) und in Abhängigkeit der Fokussierung der Frage.

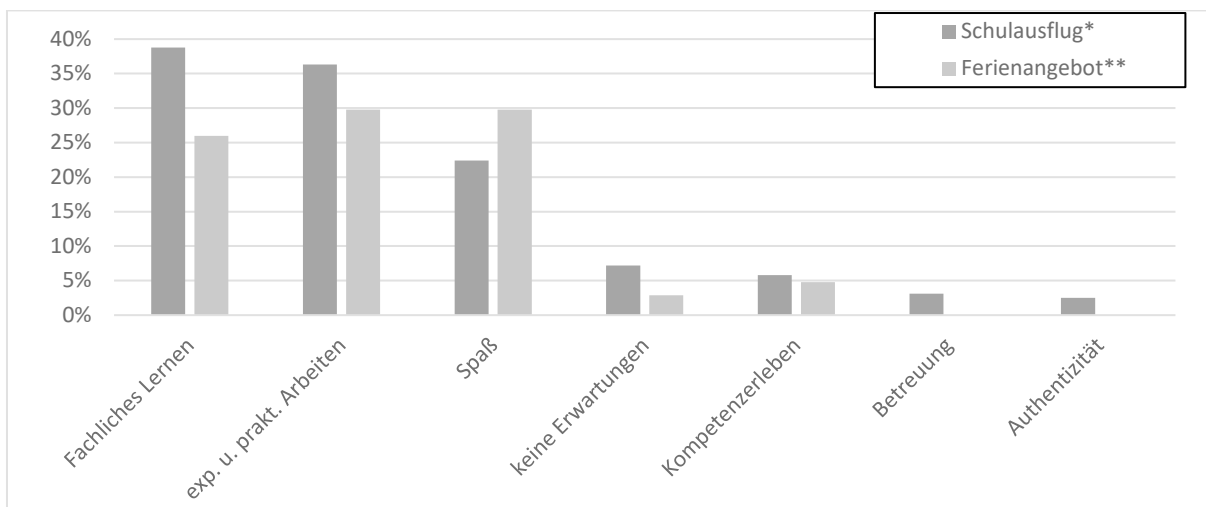


Abbildung 1: Was sind deine Erwartungen heute? – Antworthäufigkeiten aus der Fragebogenerhebung. \*Prozent von 446 Nennungen, \*\* Prozent von 104 Nennungen

Bei der Frage „Worauf freust du dich?“ verschieben sich die Häufigkeiten im Vergleich zur vorherigen Frage deutlich vom fachlichen Lernen (nun 9 % bei Gruppe Schulflug, 4 % bei Ferienkurs) in Richtung experimentelles und praktisches Arbeiten (nun 67 % bei Gruppe Schulflug, 75 % bei Gruppe Ferienkurs). Auf die Frage „Worauf hast du gar keine Lust“ wurden „zu viel Theorie“, Tätigkeiten, die mit der Schule assoziiert sind, und „Langeweile“ am häufigsten genannt sowie die Befürchtung, etwas nicht zu schaffen.

Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler (78,3 %) gab an, dass sich ihre Erwartungen größtenteils oder voll erfüllt hätten. Die Erwartungserfüllung zeigte signifikante positive Interaktionseffekte, u.a. für die Entwicklung des Interesses am Experimentieren ( $b=0.17$ ,  $SE=0.02$ ,  $p<.001$ ) (siehe Derda, 2019).

<sup>18</sup> In Anbetracht der Kürze des Beitrags wird auf die Ergebnisse der Interviewstudie nicht detailliert eingegangen.

#### **4. Diskussion und Empfehlungen**

In Übereinstimmung mit Garner (2015) erwarten Schülerinnen und Schüler vor allem experimentelles und praktisches Arbeiten in einem Schülerlabor. Die Ergebnisse zur Erwartungserfüllung deuten darauf hin, dass Schülerlabore die Erwartungen ihrer Besucher erheben und berücksichtigen sollten. Lehrkräfte sollten durch eine geeignete Unterrichtsvorbereitung die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler lenken.

#### **Literatur**

- Derda, M. (2019). Handlungsempfehlungen für Schülerlabore. In L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Röben, & S. Selle (Eds.), *Außerschulische Lernorte - Beiträge zur Didaktik*. Lit Verl.
- Garner, N. (2015). *Nachhaltigkeit und Chemie - ein Schülerlabor als Ort der Innovation von Chemieunterricht*. kumulative Dissertation.
- Olson, J. M., Roese, N. J., & Zanna, M. P. (2000). Erwartungen. In J. Möller (Ed.), *Psychologie und Zukunft: Prognosen, Prophezeiungen, Pläne* (pp. 31–49). Göttingen u.a.: Hogrefe, Verl. für Psychologie.



## 2.3 Studie 3

### Handlungsempfehlungen für Schülerlabore

Derda, M. (accepted). Handlungsempfehlungen für Schülerlabore. In L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Röben, & S. Selle (Hrsg.), *Außerschulische Lernorte - Beiträge zur Didaktik*. Lit Verl.

Mareen Derda

### Handlungsempfehlungen für Schülerlabore

#### **Abstract**

*Dieser Beitrag fasst die wesentlichen Handlungsempfehlungen, die sich aus einer Studie zu sechs naturwissenschaftlichen und technischen Schülerlaboren ergaben, anhand ausgewählter Ergebnisse zusammen. Betrachtet wurden Faktoren, die die Wirksamkeit eines Schülerlabors in Bezug auf die Förderung des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des naturwissenschaftlich/technischen Fähigkeitsselbstkonzeptes erhöhen.*

#### **1. Studie**

Die hier vorgestellten Handlungsempfehlungen basieren auf den Ergebnissen eines Dissertationsprojektes an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin). Ziel dieses Projektes war es, die Wirksamkeit der Schülerlabore an der TU Berlin bezogen auf die Förderung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes der teilnehmenden Schüler/innen darzustellen und hiernach Handlungsempfehlungen zu generieren.

Um die Perspektive aller Beteiligten berücksichtigen zu können, wurden acht Leitfadeninterviews mit Laborbetreibenden und Mitarbeitenden, acht Interviews mit begleitenden Lehrkräften und sechs Vorher-Nachher-Interviews mit jeweils ein bis zwei am Schülerlabor teilnehmenden Schülern und Schülerinnen durchgeführt. Die Interviews wurden mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) ausgewertet.

Eine Fragebogenerhebung aller teilnehmenden Schüler/innen der Klassenstufen 5-13 im Pre-Post-Follow-Up-Design (nach 9-12 Wochen) enthielt unter anderem geschlossene Likert-skalierte Fragen (in Anlehnung an Engeln 2004; Glowinski 2007; Pawek 2009) zum Interesse an Naturwissenschaften, Interesse am Experimentieren, dem Fähigkeitsselbstkonzept, der Unterrichtseinbindung und verschiedenen Labormerkmalen. Die Auswertung erfolgte in SPSS mittels Korrelationsanalyse und einem hierarchischen linearen Modell für Messwertwiederholungen (Multilevel Model). Des Weiteren ermittelten offene Fragen im Fragebogen die Erwartungen der Teilnehmenden vor Beginn des Workshops sowie die Erfahrungen nach dem Workshop. Diese wurden ebenfalls mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Die Stichprobe enthält 530 Fragebögen zum ersten Messzeitpunkt (T2: N=538, T3: N=375), davon 50,7% weiblich. 84,2% der Teilnehmenden besuchten das Schülerlabor im Rahmen eines Schulausflugs (15,8% Freizeit).

#### **2. Handlungsempfehlungen**

##### *1. Ziele des Labors definieren und Gestaltungsmerkmale hinterfragen*

In den Leitfadeninterviews nannten die Laborbetreibenden und Mitarbeitenden folgende wesentliche Ziele der Schülerlabore: Studienorientierung, Mädchenförderung, Förderung von Interesse gegenüber

Technik und Naturwissenschaften, Abbau von Schwellenängsten und Vorbehalten gegenüber Technik und Naturwissenschaften sowie Förderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes.

Einige Laborbetreibende waren jedoch nicht in der Lage, das Ziel des Labors präzise zu definieren, hierzu ein Beispiel: „Ja, also im Prinzip ist das Ziel, Kinder ans Programmieren ran zu bringen.“ (RII<sup>19</sup>, Absatz 39)

Derart allgemein formulierte Ziele lassen sich schwer erreichen, operationalisieren und überprüfen. Guderian und Priemer (2008, S. 33) forderten, „die Formulierung konkreter Ziele mit entsprechend ausgestalteten Angeboten durch die Schülerlabore“, damit diese passgenau evaluiert und Empfehlungen zur Optimierung formuliert werden können. Allerdings sind die Angebote häufig aus den „Rahmenbedingungen gewachsen“ und die Gestaltung im Allgemeinen nicht „theoretisch fundiert“ auf die Zielstellung ausgerichtet (ebd.). Auch in den untersuchten Schülerlaboren an der TU Berlin wurden deren Gestaltungsmerkmale selten theoretisch begründet.

Des Weiteren fielen in den Aussagen der Laborbetreibenden und Mitarbeitenden Differenzen zwischen offiziellen Zielen des Schülerlabors, z.B. als Frauenfördermaßnahme, und persönlichen Zielen auf, bspw.: „Vor allem wie gesagt Mädchen, aber... ich finde es bei Jungs genauso wichtig.“ (RII, Absatz 39). Das Konzept dieses Labors zielt explizit auf die Mädchenförderung im technischen Bereich, die interviewte Mitarbeiterin steht dieser Zielsetzung allerdings etwas distanziert gegenüber. Ähnliche Differenzen traten in einem anderen Fall beim Ziel Spitzenförderung versus Breitenförderung auf.

In zwei Interviews wurden deutliche Zweifel an der Nachhaltigkeit des Laborbesuches im Hinblick auf die Zielstellung geäußert, bspw.: „Ja, da bin ich mir immer nicht so sicher, ob das jetzt langfristig wirklich so viel verändert. Kann ich mir eigentlich persönlich nicht vorstellen.“ (LGP, Absatz 102)

Den Laborbetreibenden wird empfohlen, die Ziele ihres Schülerlabors eindeutig zu definieren und die Gestaltung des Angebots daraufhin auszurichten sowie die Eignung der Gestaltungsmerkmale im Hinblick auf die Zielstellung zu hinterfragen. Hierbei sollten, wo möglich, Fachdidaktiker/innen Unterstützung leisten. Auch können nur bei einer klar formulierten Zielstellung, geeignete Erhebungsinstrumente entwickelt werden, um die Wirksamkeit des Schülerlabors zu beurteilen und Verbesserungsmaßnahmen zu erarbeiten. Durch eine deutliche Zielformulierung fände auch individuell geäußerte Kritik der Mitarbeitenden einen Bezugspunkt und ein gemeinsames Verständnis über die Ziele sollte verhindern, dass eine distanzierte persönliche Sicht der Mitarbeitenden auf die Ziele des Labors und die Wirksamkeit, den Erfolg des Schülerlabors mindert.

## *2. Immanente subjektive Geschlechtertheorien hinterfragen*

In der Hälfte (N=4) der Interviews mit den Laborbetreibenden und Mitarbeitenden konnten Geschlechterstereotype identifiziert werden, zumeist bezogen auf Mädchen. Dies war auch bei denjenigen der Fall, die besonders Mädchen fördern wollen und monoedukative Workshops anbieten. Hierzu ein paar Beispiele:

„Ja, sie [die Mädchen] sollen halt einfach nicht das Interesse an, na, untypischen Sachen verlieren, sag ich mal.“ (SFB, Absatz 29)

„[...] deshalb trennen wir halt auch manchmal Jungs und Mädchen, weil die Jungs halt doch manchmal anderes Vorwissen haben, wenn sie dann mit ihren Eltern, ihren Vätern ja meistens vielleicht doch schon an Motoren oder so schon mal dran gewesen sind, dann haben die halt ne andere Vorstellung von den Sachen [...] – also wollen wir dann halt durch diese Trennung unterbinden, dass die Mädchen sich nicht trauen, zu fragen [...].“ (SFB, Absatz 169)

„Also ich glaub, die Mädchen haben auch immer zu viel Angst, weil sie denken, dass sie nicht gut genug sind. Wo halt bei Männern, glaub ich, diese Angst einfach nicht da ist, wo die nicht so an sich zweifeln.“ (LGP, Absatz 121)

Sollten diese subjektiven Geschlechtertheorien zu stereotypkonformem Verhalten der Betreuenden führen, könnten mögliche Fördereffekte gemindert werden (Brandt 2005, S. 176). Beispielsweise könnte

---

<sup>19</sup> Dies ist die Interviewkennzeichnung innerhalb des unveröffentlichten Manuskripts.

die Annahme, Mädchen seien unsicher und hätten ein geringeres Vorwissen, dazu führen, dass die Anforderungen herabgesetzt werden und sich Mädchen im Labor unterfordert fühlen. So wurde in zwei Schülerinterviews von Mädchen berichtet, sie wären „auf einem anderen Niveau vorbereitet“ gewesen oder hatten den Eindruck, der Workshop wäre „eher etwas für Jüngere“, was zu Langeweile führte.

Aus diesem Grund wird den Mitarbeitenden eine Sensibilisierung für die eigenen geschlechterspezifischen Attributionen und Verhaltensweisen empfohlen. Auf die Schüler/innen mit ihren individuellen Fähigkeiten und Interessen einzugehen, wäre ein anzustrebendes Ziel.

### *3. Erwartungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen*

Die wesentlichen Schülererwartungen an einen Laborbesuch, die sich in der vorliegenden Studie ergaben, waren praktische und experimentelle Tätigkeiten, Wissenszuwachs und Spaß (ausführlicher in Derda 2019, in Druck). Auf „zu viel Theorie“ hatten die Teilnehmer/innen keine Lust. Die Verteilung der verschiedenen Erwartungen unterscheidet sich teilweise zwischen den Laboren sowie zwischen Freizeitbesuchern und Besuchern im Rahmen eines Schulausflugs.

Die Erwartungserfüllung wurde im Fragebogen zum zweiten Messzeitpunkt durch das Einzelitem „Wie sehr haben sich deine Erwartungen erfüllt?“ mit einer fünfstufigen Antwortskala (1=gar nicht erfüllt, 5=voll erfüllt) erfasst. Die Ergebnisse der Fragebogenerhebung zeigten eine signifikant positive Korrelation der Erwartungserfüllung mit der Zufriedenheit der Teilnehmenden ( $r_s=.54$ ,  $p<.001$ ), dem Wunsch nach einem erneuten Besuch des Schülerlabors ( $r_s=.32$ ,  $p<.001$ ) und der Bereitschaft zur Weiterempfehlung ( $r_s=.28$ ,  $p<.001$ ). Des Weiteren ergaben sich signifikante positive Effekte der Erwartungserfüllung für die Entwicklung des Interesses am Experimentieren,  $b=0.17$ ,  $t(1183.48)=7.46$ ,  $p<.001$ , des Interesses an Naturwissenschaften,  $b=0.09$ ,  $t(883.40)=4.66$ ,  $p<.001$ , und des Fähigkeitsselbstkonzeptes,  $b=0.05$ ,  $t(840.20)=2.41$ ,  $p=.016$ , während des Laborbesuches. Hierbei wurde die Wechselwirkung zwischen Erwartungserfüllung und der Entwicklung der Variablen zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt mittels eines Multilevel Modells (Heck, Thomas & Tabata 2010) berechnet.

Aufgrund dieser Ergebnisse wird den Betreibern und Betreiberinnen von Schülerlaboren empfohlen, die Erwartungen ihrer Besucher/innen idealerweise vorab zu erfragen und in der Gestaltung zu berücksichtigen, um eine hohe Wirksamkeit der Maßnahme zu erreichen. Damit die Schüler/innen realistische Erwartungen entwickeln, könnten die Laborbetreibenden Vorinformationen zur Verfügung stellen, die dann durch die Lehrkräfte verteilt werden können.

### *4. Mit begleitenden Lehrkräften zusammenarbeiten und Unterrichtseinbindung ermöglichen*

Der Einfluss der Unterrichtseinbindung auf die Wirksamkeit eines Schülerlaborbesuches wurde bereits in einigen Studien betrachtet (Glowinski 2007; Guderian 2007; Zehren 2009). In der vorliegenden Studie wurde die Unterrichtseinbindung über drei mehrstufige Einzelitems erfasst, das vorbereitende Unterrichtsgespräch (T1), die ausreichende Unterrichtsvorbereitung (T2) und das nachbereitende Unterrichtsgespräch (T3).

Die Untersuchung mit Hilfe eines Multilevel Modells zeigte einen signifikant positiven Effekt der Unterrichtsvorbereitung auf die Entwicklung des Interesses am Experimentieren,  $b=0.08$ ,  $t(1017.20)=3.34$ ,  $p=.001$ , des Interesses an Naturwissenschaften,  $b=0.06$ ,  $t(776.48)=3.50$ ,  $p<.001$ , und des Fähigkeitsselbstkonzeptes,  $b=0.05$ ,  $t(711.73)=2.37$ ,  $p=.018$ , während des Laborbesuches. Eine ausführliche Unterrichtsnachbereitung konnte ein Absinken des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes nach dem Laborbesuch tendenziell verhindern bzw. ein Ansteigen fördern.

Allerdings findet eine Unterrichtseinbindung der Inhalte des Laborbesuches selten statt. So geben 75% der Schüler/innen, die das Labor im Rahmen eines Schulausflugs besuchten, an, eine Unterrichtsnachbereitung erfolge wenig bis gar nicht. Bei der Unterrichtsvorbereitung sind es sogar 85%. Hier scheint es Verbesserungspotential zu geben. Doch bisher erachten die wenigsten der interviewten Laborbetreibenden eine Unterrichtseinbindung für wichtig. Die Interviews mit den Lehrkräften unterstützen die Daten aus den Schülerfragebögen. Nur drei der acht interviewten

Lehrkräfte planten den Laborbesuch in den Unterricht ein. Aus den ermittelten Bedingungen, die eine Unterrichtseinbindung ermöglichen (siehe Derda 2019, in Druck), ergeben sich einige Empfehlungen.

Schülerlabore sollten ihr Angebot am Rahmenlehrplan orientieren und Informationen zu den Inhalten der Workshops leicht zur Verfügung stellen. Des Weiteren ermöglichen feste Ansprechpartner/innen im Schülerlabor sowie individuelle Absprachen der Termine und Inhalte des Workshops den Lehrkräften, den Workshop passgenau in den Unterricht zu integrieren. Die individuellen Absprachen sind auch notwendig, um den Workshop auf das Vorwissen der Schüler/innen auszurichten. Überdies werden unterstützende Lehr-/Lernmaterialien und weiterführende Aufgaben für die unterrichtliche Nachbereitung von den interviewten Lehrkräften gerne genutzt.

### *5. Stärkung der Labormerkmale Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität*

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss der Labormerkmale auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes unter Kontrolle des Geschlechts und der Klassenstufe in einem Multilevel Model berechnet (ausführlicher in Derda & Pfetsch, eingereicht). Dabei erwies sich insbesondere der Alltagsbezug als förderlich für die Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des Fähigkeitsselbstkonzeptes. Auch in den Interviews bewerteten die Schüler/innen Anwendungs- und Alltagsbezüge besonders positiv. Schülerlabore sollten daher bspw. durch die Verwendung von Materialien aus dem Alltag oder Beispiele aus dem Leben der Schüler/innen, Realitätsbezüge herstellen und die Bedeutung für die Gesellschaft und das tägliche Leben verdeutlichen.

Von den untersuchten Laboren erreichte das Schülerlabor, dessen Alltagsbezug von den Teilnehmenden am höchsten eingeschätzt wurde, die größte Förderung des Interesses am Experimentieren und des Interesses an Naturwissenschaften. Dieses Labor war das einzige, welches eine ganze Woche lang besucht wurde, so dass hier auch die Länge des Angebots einen positiven Effekt haben mag.

Die Instruktionsqualität des besuchten Labors wurde ebenfalls in den Schülerinterviews positiv erwähnt und erwies sich in der Untersuchung als förderlich für das Interesse am Experimentieren. Für eine hohe Instruktionsqualität sollten die Betreuenden auf die Fragen der Schüler/innen eingehen. Die Handlungsanweisungen im Schülerlabor sollten den Kompetenzen der Schüler/innen entsprechen und diese befähigen, die Aufgaben oder Experimente erfolgreich durchzuführen, ohne dabei zu über- oder unterfordern.

In den Schülerinterviews bewerteten einige Schüler/innen einen hohen Grad an erlebter Autonomie im Schülerlabor als besonders positiv. Andererseits gab es auch Schüler/innen, die sich durch große Freiräume überfordert fühlten. In der Fragebogenerhebung zeigte die Autonomie einen signifikant positiven Effekt auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes. Schülerlabore sollten daher den Schüler/innen Freiräume bieten, um eigene Entscheidungen zu treffen, sich selbst etwas auszudenken oder Experimente selbst abzuwandeln. Zugleich sollten Alternativen für unsichere Schüler/innen bereitgestellt werden. Nur wenn sich die Schüler/innen als selbstbestimmt wahrnehmen, können sie einen Erfolg auch ihrer eigenen Fähigkeit zuschreiben. In der Studie erreichte das Labor, in welchem die Autonomie von den Teilnehmenden am höchsten eingeschätzt wurde, die größte Förderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes.

### **Fazit**

Da die sechs untersuchten Labore der Fragebogenerhebung sich an verschiedene Zielgruppen richten, verschiedene Themen anbieten und unabhängig voneinander arbeiten, beanspruchen die gegebenen Handlungsempfehlungen eine gewisse Allgemeingültigkeit für Schülerlabore im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Für die Empfehlungen 1,3 und 4 wird eine Gültigkeit auch für Labore im geisteswissenschaftlichen Bereich angenommen, auch wenn die Erwartungen der Schüler/innen hier anders aussehen mögen. Auch treten in geisteswissenschaftlichen Schülerlaboren eventuell andere subjektive Geschlechtertheorien auf, nichtsdestotrotz sind diese zu hinterfragen (Empfehlung 2).

Insgesamt wird damit für Schülerlabore empfohlen, klare Ziele zu definieren, subjektive Geschlechtertheorien zu hinterfragen, die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler zu

berücksichtigen, eine Unterrichtseinbindung der Themen zu ermöglichen und in den Laboren auf eine ausreichende Ausprägung von Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität zu achten.

## Literatur

- Brandt, A. (2005). *Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors* (1st ed.). Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Derda, M. (2019, in Druck). Untersuchung der Unterrichtseinbindung eines Schülerlaborbesuches und der Erwartungen begleitender Lehrkräfte sowie teilnehmender Schülerinnen und Schüler. In K. Sommer, J. Wirth, & M. Vanderbeke (Eds.), *Handbuch Forschen im Schülerlabor: Theoretische Grundlagen, empirische Forschungsmethoden und aktuelle Anwendungsgebiete*. Münster: Waxmann
- Derda, M., & Pfetsch, J. (eingereicht). The effect of out-of-school laboratories on the development of interest and self-concept. *International Journal of Science Education*.
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Dissertation (1. Aufl.). *Studien zum Physiklernen: Vol. 36*. Berlin: Logos-Verl.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen*. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Online unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-25644>
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte*. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin
- Guderian, P., & Priemer, B. (2008). Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche -eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. *Physik Und Didaktik in Schule und Hochschule*, 7(2), 27–36.
- Heck, R. H., Thomas, S. L., & Tabata, L. N. (2010). *Multilevel and longitudinal modeling with IBM SPSS*. New York: Routledge.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). *Beltz Pädagogik*. Weinheim: Beltz.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Online unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-36693>
- Zehren, W. (2009). *Forschendes Experimentieren im Schülerlabor*. Dissertation. Universität des Saarlandes.

## 3 Diskussion

### 3.1 Überblick über die Publikationen

#### 3.1.1 Studie 1

##### Fragestellung

Die Studie untersucht die Wirkung eines Schülerlaborbesuches auf die Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des MINT-bezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes. Schülerinnen und Schüler der 5.-13. Klassen besuchten zwischen Januar 2016 und Dezember 2017 entweder im Rahmen eines Schulausflugs (84,2%) oder selbstständig in ihrer Freizeit einen Workshop der sechs untersuchten Schülerlabore der TU Berlin, die Projekte im Bereich Chemie, Physik, Informatik und Technik anbieten. Hierbei wird der kurzfristige Effekt, die Entwicklung während der Zeit des Laborbesuches und der langfristige Effekt in den neun bis zwölf Wochen nach dem Laborbesuch analysiert. Des Weiteren stellte sich die Frage, ob sich die Variablen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept zwischen den Geschlechtern und zwischen den Schulstufen<sup>20</sup> in ihrem Ausgangsniveau als auch in ihrer Entwicklung unterscheiden. Schließlich wurde der Einfluss der Laborvariablen Alltagsbezug, Authentizität, Autonomie und Instruktionsqualität auf die Entwicklung der Variablen erforscht, da diese als förderlich angenommen werden.

##### Methode

Um die kurzfristige als auch langfristige Entwicklung des individuellen Interesses an Naturwissenschaften, des individuellen Interesses am Experimentieren und des MINT-bezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes untersuchen zu können, wurde ein Fragebogen im Pre-Post-Follow-Up-Design eingesetzt. Die erste Erhebung fand direkt vor Beginn des Workshops statt, die zweite im Anschluss an den Workshop. Die dritte Messung wurde 9-12 Wochen nach dem Laborbesuch von den Lehrkräften in der Schule durchgeführt bzw. den Schülerinnen und Schülern, die alleine das Schülerlabor besuchten, zugesandt. Die Stichprobe der insgesamt 586 Schülerinnen und Schüler ist zu 50,7 % weiblich. Der Fragebogen enthält vierstufige Likert-skalierte Fragen zu Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept sowie zur Einschätzung der Laborvariablen, die zu großen Teilen aus vorherigen empirischen Studien zu Schülerlaboren (Pawek 2009; Glowinski 2007) entnommen, angepasst und ergänzt wurden.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Primarstufe 5.-6. Klasse (18,1%), Sekundarstufe I 7.-10. Klasse (50,8%), Sekundarstufe II 11.-13. Klasse (31,1%)

<sup>21</sup> Eine Übersicht der Skalen befindet sich im Anhang.

Die Auswertung erfolgte mit Multilevelanalysen. Diese bieten durch die Betrachtung mehrerer Ebenen bei längsschnittlichen Daten den Vorteil, die Veränderungen bzw. Wachstumskurven auf individueller Ebene berechnen zu können, während statistische Verfahren, die keine hierarchische Struktur der Daten berücksichtigen (Regressionsanalyse, ANOVA), hier zu verzerrten Ergebnissen führen können. Die drei Messzeitpunkte stellen in dieser Untersuchung die untere Ebene dar, die in den Individuen, den Schülerinnen und Schülern, als zweiter (oberer) Ebene „genestet“ sind. Für jede Variable wird ein eigenes Multilevel Model aufgebaut, in welches Prädiktoren schrittweise aufgenommen werden. Prädiktoren, die zur Verbesserung<sup>22</sup> des Modells beitragen, werden beibehalten. Um die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes sowohl kurzfristig zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten als auch für die Zeit nach dem Besuch modellieren zu können, wird die Veränderung als schrittweise Wachstumskurve analysiert (Maerten-Rivera 2013). Das bedeutet, es wird eine lineare Steigung für den Zeitraum zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten (slope T1-T2, erste Steigung) und eine lineare Steigung für den Zeitraum zwischen dem zweiten und dritten Messzeitpunkt (slope T2-T3, zweite Steigung) berechnet und als Prädiktor aufgenommen. Um mögliche Effekte des Geschlechts und der Schulstufe zu prüfen, werden das Geschlecht sowie die Interaktion zwischen Geschlecht und Wachstumskurven bzw. die Schulstufe und die Interaktion zwischen Schulstufe und Wachstumskurven als Prädiktoren eingeführt. Die möglichen Effekte der Laborvariablen werden als Interaktion zwischen Laborvariable und erster Steigung als Prädiktoren aufgenommen.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass der Besuch eines Schülerlabors sowohl kurz- als auch langfristig einen positiven Effekt auf das Interesse an Naturwissenschaften und das MINT-bezogene Fähigkeitsselbstkonzept hat. Das Interesse am Experimentieren hingegen steigt nur kurzfristig an. Das Geschlecht ist ein signifikanter Prädiktor sowohl für das Interesse als auch für das Fähigkeitsselbstkonzept, so berichten Mädchen geringere Ausgangswerte. Hinsichtlich der Entwicklung unterscheiden sich die Geschlechter aber nur beim Interesse am Experimentieren signifikant. Dieses steigt bei Jungen auch in der Zeit nach dem Laborbesuch weiter an, während es bei Mädchen absinkt. Die Schulstufen unterscheiden sich nur hinsichtlich des Ausgangsinteresses am Experimentieren signifikant voneinander, Schülerinnen und Schüler der Primarstufe sind stärker interessiert. Bezüglich der Laborvariablen erweist sich nur der Alltagsbezug als signifikant förderlich für alle Variablen. Die Instruktionsqualität hat eine förderliche Wirkung auf die Entwicklung des Interesses am Experimentieren. Das Fähigkeitsselbstkonzept wird durch die Laborvariable Autonomie gefördert. Die Authentizität erweist sich ebenfalls als signifikanter Prädiktor für das MINT-bezogene Fähigkeitsselbstkonzept, jedoch mit einem negativen Effekt.

---

<sup>22</sup> Die Verbesserung des Modells wird mittels des  $\chi^2$  -Test der Devianzen geprüft (siehe model chi-square difference test Garson, 2013, S. 45–46).

## Diskussion

Die Studie zeigt das Potential von Schülerlaboren, das individuelle Interesse an Naturwissenschaften und das MINT-bezogene Fähigkeitsselbstkonzept kurz- und langfristig zu fördern. Bisherige Forschungsergebnisse waren hinsichtlich des Interesses nur auf das situationale Interesse beschränkt und zeigten sowohl für das Interesse als auch für das Fähigkeitsselbstkonzept teilweise nur kurzfristige Effekte (Streller 2016; Guderian 2007; Brandt et al. 2008). Hinsichtlich des Interesses am Experimentieren wurde die Kurzfristigkeit der Effekte jedoch bestätigt. Das Absinken des Interesses am Experimentieren in der Zeit nach dem Labor lässt vermuten, dass ein gewecktes Interesse in der Schule nicht reagiert wird und das Experimentieren im Schulalltag eine geringe Bedeutung erhält. Wie in Paweks Studie (2012) sinkt das Interesse am Experimentieren zum dritten Messzeitpunkt unter den Ausgangswert. Es könnte sein, dass die Schülerinnen und Schüler in Vorfreude auf den Workshop ihr tatsächliches Interesse am Experimentieren zum ersten Messzeitpunkt überschätzten. Geschlechtsunterschiede bezüglich der Ausgangswerte wurden in Übereinstimmung mit Pawek (2009) und Streller (2016) in allen drei Variablen bestätigt. Zugleich wurden damit auch Forschungsergebnisse im MINT-Bereich zum geringeren Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse von Mädchen gegenüber Jungen bestätigt (Krapp & Prenzel 2011; Wilkins 2004). Unterschiede hinsichtlich der Entwicklung der Variablen konnten nur für das Interesse am Experimentieren festgestellt werden. Hier zeigte sich ein nachhaltiger positiver Effekt für Jungen. Es kann hier nur spekuliert werden, dass Jungen durch das Schülerlabor angeregt wurden sich auch in ihrer Freizeit mit Experimenten zu beschäftigen. Weitere Forschung sollte darauf verwendet werden, das Interesse am Experimentieren auch bei Mädchen nachhaltig zu fördern.

Die Vorannahmen hinsichtlich eines mit der Schulstufe abnehmenden Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes konnten nur in Hinblick auf das Interesse am Experimentieren bestätigt werden. Die ausbleibenden Alterseffekte für das Interesse an Naturwissenschaften und das Fähigkeitsselbstkonzeptes können auf der Grundlage der hier erhobenen Daten nicht erklärt werden. Es kann nur vermutet werden, dass das Engagement der Lehrkräfte oder eine hohe Unterrichtsqualität einem abnehmenden Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept entgegenwirkt.

Ferner gibt die Studie Hinweise für die Gestaltung eines Schülerlaborprojektes. So erwiesen sich Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität als förderliche Laborvariablen. Somit konnten bisherige Forschungsergebnisse (Pawek 2009; Glowinski & Bayrhuber 2011) bestätigt werden. Hinsichtlich der Laborvariable Authentizität, die bei Glowinski und Bayrhuber (2011) einen positiven Einfluss auf das Interesse zeigte, ergeben sich Widersprüche. Diese Laborvariable zeigte keine signifikanten Effekte auf das Interesse an Naturwissenschaften und das Interesse am Experimentieren, allerdings ergab sich ein signifikant negativer Effekt der wahrgenommenen Authentizität auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes. Möglicherweise wirkt ein authentischer Einblick in die Forschung und das Studierendenleben an der Universität als sozialer Aufwärtsvergleich mit negativen Folgen für das Fähigkeitsselbstkonzept.

Des Weiteren weist die Studie auch Grenzen auf, die für die weitere Forschung von Interesse sind. Die Stichprobe schrumpft zum dritten Messzeitpunkt drastisch, es fehlen ganze Klassensätze an Daten, da



viele Lehrkräfte sich für die Durchführung der Fragebogenerhebung nicht in dem Maße verantwortlich zeigten wie zuvor vereinbart. Auch wenn ein Missing Completely at Random Test (MCAR; Little 1988) keinen Hinweis auf ein systematisches Fehlen ergab, ist die Aussagekraft der Studie begrenzt. Für die weitere Forschung ist durch geeignete Maßnahmen darauf zu achten, dass die Datensätze möglichst vollständig bleiben. Überdies sollte durch eine erste Messung in der Schule bevor eine Unterrichtsvorbereitung stattfindet, ein Einfluss der Umgebung Labor und der Vorbereitung auf die Ausgangswerte des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes ausgeschlossen werden.

Wie beschrieben sinkt das Interesses am Experimentieren nach dem Laborbesuch wieder ab, was durch eine geringe Relevanz des Experimentierens im Schulalltag erklärt werden. Da das gestiegene Interesse am Experimentieren in der Schule nicht reaktiviert wird, sinkt es wieder. Ob das Absinken durch eine geeignete Nachbereitung in der Schule verhindert werden kann, sollte untersucht werden. Ebenso sollten Geschlechterdifferenzen hinsichtlich der Wirkung von Laborbesuchen detaillierter erforscht werden. Auch wenn sich Unterschiede in dieser Studie nur bei der Entwicklung des Interesses am Experimentieren als signifikant erwiesen und hinsichtlich des Interesses an Naturwissenschaften und des Fähigkeitsselbstkonzeptes nur deskriptiv und tendenziell zeigen, weisen sie dennoch darauf hin, dass Schülerlabore kurzfristig stärker auf Mädchen wirken, langfristig jedoch stärker auf Jungen. Wie ein langfristiger förderlicher Effekt auch bei Mädchen erreicht werden kann und ob Schülerlabore geeignet sind, dem gender gap der Naturwissenschaften entgegen zu wirken, sollte im Fokus zukünftiger Studien stehen.

### 3.1.2 Studie 2

#### Fragestellung

Die zweite Studie leistet einen Beitrag zur Erforschung der Erwartungen teilnehmender Schülerinnen und Schüler als auch begleitender Lehrkräfte an einen Schülerlaborbesuch, die bislang vergleichsweise wenig untersucht wurden. Ferner wird die Erwartungserfüllung und deren Einfluss auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes während des Laborbesuches beleuchtet, die bisher nicht im Fokus der Schülerlaborforschung stand. Die zweite Fragestellung der Studie bezieht sich auf die Unterrichtseinbindung. So haben bisherige Forschungsarbeiten oft postuliert, eine Unterrichtseinbindung des Schülerlaborbesuches fände selten statt. Jedoch wurden die Gründe der Lehrkräfte hierfür bislang selten analysiert. Schließlich geht diese Studie der Frage nach, inwiefern die Schülerinnen und Schülern eine Unterrichtseinbindung wahrnehmen sowie welcher Zusammenhang sich hieraus auf das Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept ergibt.

#### Methode

Die Studie wendete zur Beantwortung der Fragestellungen sowohl quantitative als auch qualitative Methoden an. In acht Leitfadeninterviews wurden neun Lehrkräfte unter anderem zu ihren Erwartungen und zu der von ihnen praktizierten Unterrichtseinbindung befragt. Die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler wurden zum einen in sechs leitfadengestützten Interviews<sup>23</sup> mit elf Schülerinnen und Schülern, zum anderen in Fragebögen erfragt. Sowohl der Fragebogen als auch die Stichprobe entsprechen der in Studie 1 verwendeten. Der Fragebogen der ersten Messung enthielt verschiedene offene Fragen zu Erwartungen, der zweite Fragebogen maß die Erwartungserfüllung über ein 5-stufiges Einzelitem. Alle drei Fragebögen enthielten je ein Item der Skala Unterrichtseinbindung (T1: vorbereitendes Unterrichtsgespräch, T2: ausreichende Unterrichtsvorbereitung, T3: Unterrichtsnachbereitung). Die Auswertung der Interviews und offenen Fragen erfolgte mit der Zusammenfassenden Qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2015). Der Einfluss der Erwartungserfüllung wurde mittels Korrelationsanalysen und Multilevelanalysen untersucht. Es wurden verschiedene Multilevel Modelle aufgebaut. Bei der Untersuchung der Erwartungserfüllung wurde die Gesamtstichprobe betrachtet und es wurden neben den zwei Zeitvariablen (slope T1-T2, slope T2-T3) nur die Interaktion der Erwartungserfüllung mit der ersten Wachstumskurve (slope T1-T2) als Prädiktoren aufgenommen. Die Zusammenhänge der Unterrichtseinbindung zum Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept wurden ebenfalls in SPSS (Statistic Package for Social Sciences) mittels Korrelationsanalysen untersucht,

---

<sup>23</sup> Dieselben Schülerinnen und Schüler wurden direkt vor dem Laborbesuch zu ihren Erwartungen und direkt nach dem Laborbesuch zu ihren Erfahrungen und der Erfüllung ihrer Erwartungen befragt. Beispielfragen zum zweiten Interview: Welche deiner Erwartungen haben sich erfüllt? Was hat dir besonders gut gefallen? Was hat dir gefehlt? Die Ergebnisse der Nachher-Interviews fließen teilweise in Studie 3 ein.

allerdings umfasste hier die Stichprobe nur Schülerinnen und Schüler, die das Labor im Rahmen eines Schulausflugs besuchten (N=446).

## Ergebnisse

Zu den häufigsten Erwartungen der interviewten Lehrkräfte gehören eine ‚Berufsorientierung‘ und ‚thematische Ergänzung des Unterrichts‘. Ferner erhoffen sich die Lehrkräfte von dem Besuch eines ‚anderen Lernortes‘ eine Horizonterweiterung und ‚Interessenförderung für ihre Schülerinnen und Schüler‘ sowie ‚bessere Rahmenbedingungen als in der Schule‘. Weitere genannte Erwartungen waren die ‚praktische Anwendung des Unterrichts‘, ‚selbstständiges Arbeiten‘ und ‚Anwendungsbezüge‘. Hinsichtlich der Unterrichtseinbindung äußerten nur zwei Lehrkräfte, der Laborbesuch sei direkt in die Unterrichtsreihe eingebunden. Aus den Aussagen der anderen Lehrkräfte ergaben sich verschiedene organisatorische oder zeitliche Gründe für eine mangelnde Unterrichtseinbindung wie eine aus mehreren Klassen zusammengesetzte Gruppe oder wenig Spielraum im Rahmenlehrplan, fehlende technische Ausstattung an der Schule oder fehlende Vorabinformationen zu den Inhalten des Schülerlaborprojektes. Allerdings spielen auch persönliche Einstellungen der Lehrkräfte zur Notwendigkeit einer Unterrichtseinbindung eine wichtige Rolle. Die Ergebnisse der Fragebogenerhebung zeigten, dass auch nach Meinung der Schülerinnen und Schüler eine Unterrichtseinbindung selten stattfindet. Trotz dieses Ergebnisses wies die Studie signifikant positive Zusammenhänge der Unterrichtseinbindung zum Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept nach, auf die Studie 3 ausführlicher eingehen wird.

Die häufigsten Erwartungen der Schülerinnen und Schüler sind übereinstimmend in den Interviews als auch in der Fragebogenerhebung ‚experimentelles und praktisches Arbeiten‘, ‚fachliches Lernen‘ und ‚Spaß‘. Es ergaben sich leichte Unterschiede zwischen den Kohorten Schulausflug und Ferienkurs. Erste benennen das ‚fachliche Lernen‘ als häufigste Erwartung, während letztere häufiger ‚Spaß‘ und ‚Praxis‘ erwarten. Bei unterschiedlicher Fokussierung der Frage nach den Erwartungen („Worauf freust du dich?“) verschieben sich die Nennungen bei beiden Gruppen deutlich in Richtung ‚praktisches und experimentelles Arbeiten‘. Auf ‚zu viel Theorie‘, ‚Langeweile‘ und Tätigkeiten, die üblicherweise im regulären Unterricht durchgeführt werden müssen wie Protokollieren oder Auswerten, haben die Schülerinnen und Schüler keine Lust, genannt wurde aber auch die Befürchtung, etwas nicht zu schaffen oder nicht zu wissen.<sup>24</sup>

Die Fragebogenerhebung zeigte, dass die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler weitgehend erfüllt werden. Diese Erwartungserfüllung korreliert signifikant positiv mit der Zufriedenheit der Schülerinnen und Schüler, dem Wunsch nach einem erneuten Laborbesuch als auch mit der Bereitschaft zur Weiterempfehlung des Schülerlaborprojektes und den Variablen Interesse an Naturwissenschaften, Interesse am Experimentieren und Fähigkeitsselbstkonzept. Des Weiteren zeigten die Multilevelanalysen, dass eine bessere Erfüllung der Erwartungen die kurzfristige

---

<sup>24</sup> Antworten auf die Frage: „Worauf hast du keine Lust?“

Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes signifikant fördert. Am stärksten ist dieser Effekt für das Interesse am Experimentieren.

## Diskussion

Die Ergebnisse zu den Erwartungen begleitender Lehrkräfte an einen Schülerlaborbesuch stellen nur in Teilen eine Bestätigung bisheriger Forschung dar. Übereinstimmend mit Schmidt et al. (2011) wird zwar der ‚Interessenförderung der Schülerinnen und Schüler‘ ein hoher Stellenwert beigemessen, doch abweichend wird in der vorliegenden Studie eine ‚Berufsorientierung‘ und ‚thematische Ergänzung des Unterrichts‘ häufiger genannt. Die ‚thematische Ergänzung des Unterrichts‘ nimmt, neben der ‚Durchführung von Experimenten‘ und hiermit verbunden ‚besseren Rahmenbedingungen als in der Schule‘, auch in der Studie von Garner (2015) einen hohen Stellenwert der befragten Lehrkräfte ein. Interessant ist die Übereinstimmung mit der Studie von Huck et al. (2010). Auch hier wurden das ‚Kennenlernen eines anderen Lernortes‘, ‚bessere Rahmenbedingungen‘ und die ‚Berufsorientierung‘ als zentrale Erwartungen der interviewten Lehrkräfte genannt. Da diese Studie ebenfalls in Berlin-Brandenburg stattfand, könnten die Ergebnisse auf regionale Besonderheiten hinweisen. Ebenfalls übereinstimmend zu letztgenannter Studie sind teilweise die Ergebnisse zur Unterrichtseinbindung. Diese ist von der persönlichen Einstellung der Lehrkräfte abhängig und wird aus unterschiedlichen Gründen nicht von allen Lehrkräften als notwendig erachtet. Im Gegensatz hielten die interviewten Lehrkräfte bei Schmidt et al. (2011) eine Unterrichtsvor- und -nachbereitung für unerlässlich.

Aufgrund des geringen Umfangs der Studie sind die Ergebnisse durch größer angelegte Untersuchungen zu überprüfen. Nichtsdestotrotz weisen die Studie von Huck et al. (2010) und die vorliegende Studie auf einen Nachholbedarf in der regionalen Lehrkräfteaus- und -weiterbildung hin. Da der Erfolg eines Schülerlaborbesuches von der Unterrichtseinbindung abhängig ist, sollte deren Wichtigkeit auch den Lehrkräften bewusst sein. Des Weiteren besteht aber auch ein Nachholbedarf auf Seiten einiger Schülerlabore, vorab Informationsmaterial zum Workshop sowie unterstützende Materialien oder weiterführende Aufgaben zur Verfügung zu stellen und auf diese Weise eine Unterrichtseinbindung zu erleichtern (weitere Hinweise gibt Studie 3).

Die Ergebnisse zu den Erwartungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler stellen aufgrund einer anderen Fragefokussierung nur teilweise eine Bestätigung der Studie von Garner (2015) dar<sup>25</sup>. Übereinstimmend erwarten die Schülerinnen und Schüler vor allem ‚praktisches und experimentelles Arbeiten‘. Der hohe Stellenwert der Erwartung ‚bessere Rahmenbedingungen als in der Schule‘ bei Garner (ebd.) scheint an der spezifischen Fragestellung zu liegen und kann in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Dagegen stellen ‚fachliches Lernen‘ und ‚Spaß‘ in der vorliegenden Studie wesentliche Erwartungen dar. Des Weiteren stellt die vorliegende Studie durch das explizite Erfragen negativer Erwartungen eine wesentliche Erweiterung bisheriger Forschung dar. Die positiven wie

---

<sup>25</sup> Garner (2015, Anhang E) stellte zwei offene Fragen in ihrem Vorabfragebogen: 1. Freust du dich auf den Besuch im Schülerlabor? Warum? 2. Unterscheidet sich die Arbeit im Schülerlabor von dem regulären Unterricht in der Schule? Was glaubst du, gibt es für Unterschiede?

negativen Erwartungen zusammengefasst, scheinen die Schülerinnen und Schüler von einem Schülerlabor ein Erlebnis im Kontrast zum Schulunterricht zu erwarten, bei dem sie dennoch etwas lernen.

Die Untersuchung der Erwartungserfüllung und ihrer Effekte stellt eine weitere zentrale Ergänzung bisheriger Forschung dar und lieferte wertvolle Ergebnisse. Der Zusammenhang der Zufriedenheit mit der Erwartungserfüllung konnte übereinstimmend mit der Studie von Appleton-Knapp und Krentler (2006) bestätigt werden. Der positive Einfluss der Erwartungserfüllung für das Interesse am Experimentieren ist vor dem Hintergrund des Stellenwertes der Erwartung Experimente durchzuführen leicht erklärbar. Da die Studie mit dieser Untersuchung teilweise Neuland betritt, ist es jedoch für eine Verallgemeinerung der Ergebnisse aufgrund der beschränkten Reichweite zu früh und eine Validierung der Ergebnisse durch weitere Forschung wichtig. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Schülerlaborprojekte die Erwartungen ihrer Besucher kennen und sich an diesen orientieren sollten. Zugleich sind Lehrkräfte angehalten, durch eine gezielte Unterrichtsvorbereitung die Erwartungen ihrer Schülerinnen und Schüler zu lenken, um Enttäuschungen zu vermeiden. So zeigte bereits die Studie von Davidson et al. (2009) zu Zooexkursionen, dass die Schülerinnen und Schüler nur im Falle einer zielgerichteten Vorbereitung konkrete Erwartungen an die Exkursion und hinsichtlich ihres eigenen Lernens hatten, was wiederum ihre Wahrnehmung der Exkursion beeinflusste. Der Zusammenhang zwischen Unterrichtsvorbereitung, Erwartungen der Schülerinnen und Schüler und deren Wahrnehmung des Schülerlaborbesuches sollte im Rahmen zukünftiger Forschung untersucht werden.

### 3.1.3 Studie 3

#### Fragestellung

Die dritte Studie untersucht zum einen die Sichtweise der Laborbetreibenden sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu den Zielen ihres Schülerlaborprojektes, Gestaltungsmittel und Zusammenarbeit mit den begleitenden Lehrkräften.<sup>26</sup> Des Weiteren wurden die Ergebnisse der bisher vorgestellten Studien unter der Fragestellung diskutiert, welche wesentlichen Handlungsempfehlungen sich hieraus für Schülerlabore ableiten lassen.

#### Methode

Um die persönliche Sichtweise der dritten Gruppe Akteure eines Schülerlaborbesuches, die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sowie Laborbetreibenden, zu beleuchten, wurden acht leitfadengestützte Interviews durchgeführt. In Einzel-, Partner- oder Gruppeninterviews wurden die für das gesamte Labor oder die Durchführung der Workshops hauptverantwortlichen wissenschaftlichen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sowie studentischen Hilfskräfte zu den Zielen ihres Angebotes, den von ihnen eingesetzten Gestaltungsmitteln und dem Kontakt bzw. der praktizierten Zusammenarbeit mit Lehrkräften, die die Schülerinnen und Schüler in das Labor begleiten, befragt. In einem Labor wurde das Interview zweimal durchgeführt, da zwischenzeitlich die hauptverantwortliche Mitarbeiterin wechselte. Die Interviews wurden mit Hilfe der Zusammenfassenden Qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2015) ausgewertet. Dazu wurde aus einer umfangreichen Literaturrecherche (Euler 2010; Engeln & Euler 2005; Engeln 2004; Glowinski 2007; Prenzel & Drechsel 1996; Pawek 2009; Guderian 2007; Deci & Ryan 1993; Lewalter 2002; Mitchell 1993; Guderian & Priemer 2008; Huck et al. 2010) zunächst deduktiv ein Kategoriensystem<sup>27</sup> entwickelt und während der Analyse induktiv aus dem Material heraus verfeinert.

Neben den statistischen Methoden der Fragebogenerhebung, die bereits in den beiden vorherigen Studien vorgestellt wurden, wurden auch die Interviews mit den begleitenden Lehrkräften (siehe Studie 2) und die sechs Vorher-Nachher-Interviews mit den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern zur Entwicklung von Handlungsempfehlungen herangezogen.

Der Effekt der Unterrichtseinbindung auf die Entwicklung des individuellen Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des Fähigkeitsselbstkonzeptes wurde in Multilevelanalysen detaillierter als in der vorherigen Studie untersucht. Die Stichprobe für die Multilevel Modelle zur Unterrichtseinbindung umfasste nur die Schülerinnen und Schüler, die das Labor im

---

<sup>26</sup> Da die Untersuchung dieser Fragestellung in der vorliegenden Veröffentlichung nur einen sehr kleinen Raum einnimmt, ist im Anhang eine ausführliche Auswertung für jedes einzelne Labor und zusammenfassend jeweils zu den Zielen, den Gestaltungsmitteln und zur Zusammenarbeit mit den Lehrkräften zu finden.

<sup>27</sup> Das Kategoriensystem befindet sich im Anhang B.

Rahmen eines Schulausflugs besuchten (N=446). Hier wurden das vorbereitende Unterrichtsgespräch, die Interaktion der ausreichenden Unterrichtsvorbereitung mit der kurzfristigen Entwicklung (slope T1-T2) und die Interaktion der Unterrichtsnachbereitung mit der Entwicklung der Variablen nach dem Laborbesuch (slope T2-T3) als Prädiktoren in das Multilevel Modell aufgenommen.

## **Ergebnisse**

Die untersuchten Labore der TU Berlin verfolgen mit ihren Angeboten vor allem Ziele der Studienorientierung und Mädchenförderung, um den (weiblichen) Nachwuchs in den naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen zu fördern. Weiterhin konnten die Aussagen der interviewten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen den Zielen Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit sowie Abbau von Schwellenängsten und Vorbehalten gegenüber Technik und Naturwissenschaften und Förderung des MINT-bezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes zugeordnet werden. Es fiel jedoch auf, dass es den Laborbetreibenden mitunter schwerfiel, die Ziele ihres Angebotes zu definieren, auch wurden Unklarheit oder Diskrepanzen zwischen den Zielvorstellungen offenbar.

In der Hälfte der Interviews (A, E, G, D) wurden subjektive Geschlechtervorstellungen hinsichtlich des Interesses, Vorwissens und Selbstkonzeptes von Mädchen geäußert. So hätten Mädchen bezüglich Technik ein geringeres Vorwissen als Jungen aufgrund mangelnder Erfahrung. Des Weiteren hätten Mädchen ein geringeres Selbstvertrauen als Jungen und würden Sprachen und Kunst gegenüber MINT als Studienfächer bevorzugen. Geäußert wurden aber auch Meinungen bezüglich einer Voreingenommenheit von Männern gegenüber Frauen in MINT oder den vorhandenen Geschlechtsstereotypen der Gesellschaft und des Elternhauses, die Mädchen anerkennen werden und nach denen Mädchen sich richten.

Hinsichtlich der Zusammenarbeit mit begleitenden Lehrkräften wurden je nach Labor ganz unterschiedliche Meinungen geäußert. Labore, die ausschließlich Workshops als Ferienkurse anbieten, arbeiten verständlicherweise nicht mit den Lehrkräften zusammen. Doch auch bei den Laboren, die Workshops für ganze Klassen anbieten, gibt es teilweise Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die eine Unterrichtsvorbereitung für unnötig oder sogar hinderlich erachten. Eine Unterrichtsnachbereitung wird hingegen mehrheitlich als sinnvoll erachtet. Nur in einem Schülerlabor (C) wird eine Unterrichtseinbindung vorausgesetzt. Hier wird der Workshop auch in enger Absprache mit der begleitenden Lehrkraft entsprechend dem Vorwissen der Schülerinnen und Schüler gestaltet.

Die Ergebnisse zu Erwartungen und Erwartungserfüllung entsprechen denen, die in Studie 2 dargestellt wurden, ebenso die Ergebnisse zur Unterrichtseinbindung aus den Lehrkräfteinterviews.

Die weiteren Analysen zur Unterrichtseinbindung (siehe Anhang F) aus den Fragebögen ergaben keine signifikanten Effekte des Prädiktors vorheriges Unterrichtsgespräch (T1) auf den Ausgangswert des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des Fähigkeitsselbstkonzeptes. Die Interaktion der ausreichenden Unterrichtsvorbereitung (T2) mit der kurzfristigen Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes zeigte sich als signifikanter positiver Prädiktor. Eine Unterrichtsnachbereitung zeigte keine signifikanten Effekte auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes nach dem Laborbesuch. Rein deskriptiv konnte jedoch

tendenziell ein Absinken des Interesses am Experimentieren gebremst bzw. ein weiteres Ansteigen des Interesses an Naturwissenschaften und des Fähigkeitsselbstkonzeptes gefördert werden. Ergänzend sei erwähnt, dass für die Unterrichtseinbindung als gesamte Skala (vorbereitendes Unterrichtsgespräch (T1), ausreichende Unterrichtsvorbereitung (T2) und Unterrichtsnachbereitung (T3)) ein signifikanter positiver Effekt für die Entwicklung des Interesses am Experimentieren in der Zeit nach dem Laborbesuch gezeigt werden konnte. Hier ging die Interaktion der Unterrichtseinbindung mit der zweiten Entwicklung (slope T2-T3) als Prädiktor in das Modell ein,  $b=0.10$ ,  $SE=0.04$ ,  $t(754,217)=2.31$ ,  $p=.021$ . In den Nachher-Interviews mit den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern erwähnten zwei Schülerinnen bezüglich der Unterrichtsvorbereitung, sie haben sich unterfordert gefühlt, da sie im Unterricht auf einem anderen (höheren) Niveau vorbereitet wurden. In einem anderen Interview wurde hingegen besonders positiv das Wiedererkennen der vorherigen Unterrichtsinhalte erwähnt.

Die Ergebnisse zur Untersuchung der Laborvariablen entsprechen denen, die in Studie 1 vorgestellt wurden. In Studie 1 erwiesen sich ein Alltagsbezug als förderlich für alle drei untersuchten Variablen, eine wahrgenommene Autonomie als förderlich für das Fähigkeitsselbstkonzept und die wahrgenommene Instruktionsqualität als förderlich für das Interesse am Experimentieren. Auch in den Nachher-Interviews erwähnten die Schülerinnen und Schüler neben einer großen allgemeinen Zufriedenheit bestimmte Laborvariablen als wichtig. So wurde die Instruktionsqualität besonders hervorgehoben. Zur Autonomie gab es verschiedene Meinungen. Während einige das selbstständige Arbeiten, Bauen und Ausprobieren eigener Lösungswege als „das Beste“ beurteilten, empfanden andere letztgenanntes als „überflüssig“ und waren mit dem angebotenen Freiraum überfordert. Die Anwendungsbezüge der Workshopinhalte im Alltag und die Bedeutung für die Gesellschaft wurden in mehreren Interviews besonders positiv hervorgehoben. In zwei Interviews wurde auch ein authentischer Einblick in echte Forschung und Laborarbeit positiv erwähnt und noch mehr gewünscht. In der quantitativen Untersuchung der Laborvariable Authentizität konnte jedoch kein signifikanter positiver Effekt gefunden werden.

## Diskussion

Hinsichtlich der Ziele der Schülerlabore stellt die Förderung des Interesses für Naturwissenschaften bei den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern vergleichbar mit der Studie von Huck et al. (2010) einen Schwerpunkt dar. Anders als in der genannten Studie steht bei den meisten Schülerlaboren der TU Berlin jedoch die Förderung des Studierendennachwuchses, insbesondere des weiblichen Nachwuchses für die MINT-Studiengänge im Mittelpunkt. Die Bedeutung einer Unterrichtseinbindung des Schülerlaborbesuches ist nicht für alle Laborbetreibenden ersichtlich. Hier besteht in Übereinstimmung zu Huck et al. (2010) Nachholbedarf bei den Schülerlaboren, um die Lehrkräfte durch eine Orientierung am Rahmenlehrplan und durch Materialien zur Vor- und Nachbereitung hinsichtlich einer Unterrichtseinbindung zu unterstützen.

Die subjektiven Geschlechtertheorien, die in den Interviews geäußert wurden, werden vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Studie von Jussim und Eccles (1992) und der Studie von Lazarides und Watt (2015) zum Mathematikunterricht diskutiert. Demzufolge beeinflusst die wahrgenommene Einschätzung der Lehrkraft die eigene Einschätzung der Leistungen in Abhängigkeit des Geschlechts



(Jussim & Eccles 1992). Des Weiteren nehmen Mädchen geringere Lehrkrafterwartungen hinsichtlich ihrer Fähigkeiten wahr (Lazarides & Watt 2015), diese beeinflussen aber auch die Wahrnehmung der Lernumgebung und haben hierdurch einen negativen Einfluss auf die eigene Erfolgserwartung, das Interesse und Berufswahlentscheidungen. Es ist zwar nicht wahrscheinlich, dass aufgrund des zeitlich sehr beschränkten Kontakts zu den Labormitarbeitenden im Gegensatz zur Lehrkraft im Unterricht die hier wahrgenommenen geschlechtsspezifischen Erwartungen ähnliche Auswirkungen zeigen, nichtsdestotrotz stellt diese Frage ein interessantes zukünftiges Forschungsfeld für Schülerlabore dar. Die quantitativen Ergebnisse zur Unterrichtseinbindung unterstützen bisherige Forschungsergebnisse (Itzek-Greulich et al. 2015; Glowinski & Bayrhuber 2011; Guderian et al. 2006) hinsichtlich eines fördernden und stabilisierenden Effektes nur teilweise. Hier schafft die Studie weiterreichende Erkenntnisse, da die Effekte hinsichtlich eines von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommenen vorbereitenden Unterrichtsgesprächs auf den Ausgangswert der Variablen, der wahrgenommenen ausreichenden Unterrichtsvorbereitung auf die kurzfristige Entwicklung (slope T1-T2) und eines durchgeführten nachbereitenden Unterrichtsgesprächs auf die nachhaltige Entwicklung (slope T2-T3) der Variablen getrennt untersucht wurden. In der vorliegenden Untersuchung stellte die ausreichende Unterrichtsvorbereitung (T2) einen signifikanten Prädiktor für die kurzfristige Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften, des Interesses am Experimentieren und des Fähigkeitsselbstkonzeptes mit positivem Effekt dar, was vielleicht auf das Wiedererkennen von Unterrichtsinhalten während des Workshops, wie in einem Interview erwähnt, zurückgeführt werden kann. Wider Erwarten stellt weder das vorbereitende Unterrichtsgespräch einen signifikanten Prädiktor für den Ausgangswert der untersuchten Variablen noch die Unterrichtsnachbereitung einen signifikanten Prädiktor für die Entwicklung der Variablen nach dem Laborbesuch dar. Es kann nur vermutet werden, dass die Methoden der Unterrichtsvorbereitung nicht geeignet waren, das Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept im Vorhinein des Laborbesuches zu fördern und die Methoden der Unterrichtsnachbereitung nicht geeignet waren, das Interesse am Experimentieren zu stabilisieren und das Interesse an Naturwissenschaften sowie das Fähigkeitsselbstkonzept über die Wirkung des Laborbesuches hinaus zu fördern. So wurde in den Interviews als Vorbereitung auf den Laborbesuch die Vorstellung des Inhalts und organisatorischen Ablaufs genannt und als Methoden der Nachbereitung das Besprechen von Eindrücken, Reflektieren der Erlebnisse, Vorstellung des Laborprojektes für andere Schülerinnen und Schüler oder das Schreiben eines Artikels für die Schülerhomepage. Hier sollte weitere Forschung bezüglich förderlicher Methoden der Vor- und Nachbereitung eines Schülerlaborbesuches im Unterricht verfolgt werden.

Aus den Ergebnissen lassen sich fünf allgemeine Handlungsempfehlungen für Schülerlabore ableiten.

1. *Ziele des Labors definieren und Gestaltungsmittel hinterfragen.* Hier sollte fachdidaktische Unterstützung gesucht werden, um die Ziele eindeutig zu formulieren und die Gestaltung des Angebotes auf die Zielformulierung auszurichten. Dies ist auch Voraussetzung, um geeignete Erhebungsinstrumente zu erstellen und das Labor weiterzuentwickeln. Insbesondere an der TU Berlin wäre eine stärkere Verzahnung mit der Lehrkräfteausbildung denkbar.
2. *Immanente subjektive Geschlechtertheorien hinterfragen,* um negative Wirkungen durch ein stereotypkonformes Verhalten der Betreuenden auszuschließen.
3. *Erwartungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen.* Die

positiven Effekte der Erwartungserfüllung, die in Studie 2 vorgestellt wurden, führen zu der Empfehlung, die Erwartungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler im Vorfeld zu erheben und im Schülerlaborprojekt zu berücksichtigen. 4. *Mit begleitenden Lehrkräften zusammenarbeiten und eine Unterrichtseinbindung ermöglichen.* Wie oben bereits dargestellt, weisen die quantitativen Ergebnisse zur Unterrichtseinbindung auf die Bedeutung einer Vor- und Nachbereitung des Schülerlaborprojektes im Unterricht hin. Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass eine Unterrichtseinbindung selten stattfindet, nicht zuletzt, weil es verschiedene Hindernisse auf Seiten der Lehrkräfte und Nachholbedarf auf Seiten der Labore gibt. Feste Ansprechpartner und Ansprechpartnerinnen für individuelle Absprachen der Termine und Inhalte, leichte Verfügbarkeit von inhaltlichen Informationen zu den angebotenen Projekten sowie vorbereitende Materialien und weiterführende Aufgaben für eine Unterrichtsnachbereitung ermöglichen eine optimale Verknüpfung des außerschulischen Experimentierangebotes mit dem Unterricht und eine bessere Passung des Workshops zum Vorwissen der Schülerinnen und Schüler. Ob sich dadurch tatsächlich nachhaltige Effekte ergeben, kann nach dieser Studie noch nicht endgültig beantwortet werden. 5. *Stärkung der Labormerkmale Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität.* Sowohl die quantitativen Untersuchungen der Studie 1 als auch die Auswertung der Nachher-Interviews machen auf die Bedeutung dieser Laborvariablen für die Förderung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes aufmerksam. Laborbetreibende sollten daher ihr Angebot hinsichtlich der Ausprägung dieser Laborvariablen überprüfen und diese möglichst verstärken. Da die formulierten Handlungsempfehlungen aus einer Untersuchung von Schülerlaboren an der TU Berlin im MINT-Bereich stammen, die sich sowohl in ihren Zielgruppen als auch inhaltlichen Projekten unterscheiden, beanspruchen sie eine gewisse Allgemeingültigkeit für Schülerlabore im MINT-Bereich. Doch auch für geisteswissenschaftliche Schülerlabore wird eine Gültigkeit der Handlungsempfehlungen 1 bis 4 vorausgesetzt, auch wenn die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler und die Geschlechtertheorien der Mitarbeitenden hier anders aussehen werden. Ob die Laborvariablen Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität auch in geisteswissenschaftlichen Schülerlaboren von Vorteil sind, sollte untersucht werden.

## **3.2 Fazit und Ausblick**

### **3.2.1 Grenzen dieser Untersuchung und Implikationen für weitere Forschung**

Auch wenn die vorliegende Untersuchung die Forschungsfragen weitgehend beantwortet und die eingangs dargestellte Forschungslücke überwiegend schließt, haben die Aussagen und Forschungsergebnisse gewisse Grenzen, die kurz erläutert werden sollen.

Die Arbeit untersuchte nur Schülerlabore der TU Berlin, so dass eine Abhängigkeit von regionalen und hochschulspezifischen Besonderheiten nicht ausgeschlossen werden kann. Hierauf weisen insbesondere die Übereinstimmungen zur Studie von Huck et al. (2010) in den Lehrkraftinterviews hin. Des Weiteren beschränkten sich die Untersuchungen auf klassische Schülerlabore im MINT-Bereich und sind nicht unmittelbar auf geisteswissenschaftliche Schülerlabore und Schülerlabore anderer Kategorien übertragbar. Hier ist weitere Schülerlaborforschung nötig. An der TU Berlin werden derzeit im Rahmen des TUB Teaching Projektes die wenigen vorhandenen Lehr-Lern-Labore bezüglich ihrer

Wirksamkeit auf die Kompetenzentwicklung und Lehrkraftselbstwirksamkeit der Lehramtsstudierenden untersucht. Eine Erweiterung der bisher reinen Schülerlabore zu Lehr-Lern-Laboren wäre eine interessante Option von der die Schülerlabore als auch die Lehramtsausbildung gleichermaßen profitieren würden. Eine Untersuchung der Wirksamkeit dieser Lehr-Lern-Labor auf die Schülerinnen und Schüler (bezüglich Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept u.a.) als auch gleichermaßen auf die Lehramtsstudierenden bezüglich ihrer Kompetenzentwicklung und Lehrkraftselbstwirksamkeit stellt ein weiteres interessantes zukünftiges Forschungsfeld dar. Erste Ergebnisse aus anderen Hochschulen hinsichtlich der Wirkung von Lehr-Lern-Laboren stellen Priemer und Roth (2020) zusammen.

Betreffs der quantitativen Analysen zum Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept weist die Studie einige Schwächen auf. Aus mehreren oben erläuterten Gründen ist die Stichprobe der dritten Messung wesentlich kleiner. Das Fehlen der Datensätze wurde zwar mittels des MCAR-Tests (Missing completely at random) als nicht systematisch eingeschätzt, dennoch kann ein verzerrender Einfluss ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Die erste Messung der Variablen fand direkt vor Beginn des Schülerlaborprojektes statt. Hierdurch könnte bereits ein Einfluss der neuen Umgebung, der Vorfreude der Schülerinnen und Schüler oder einer vorherigen Vorbereitung auf das Projekt im Unterricht auf die Variablen, die die Ausgangswerte darstellen sollten, genommen worden sein.

Aufgrund der Zusammensetzung der Stichprobe aus unterschiedlichen Laborprojekten, unterschiedlichen Schulen und Klassenstufen, und nicht zuletzt aus organisatorischen und ethischen Bedenken wurde ein Kontrollgruppendesign hier nicht in Betracht gezogen. Sicherlich hätten jedoch die hier berechneten Effekte im Vergleich zu einer Kontrollgruppe größere Aussagekraft. Zur Validierung der hier beschriebenen Ergebnisse sind daher Folgestudien nötig, die diese Mängel beheben. Denkbar wäre auch eine Variation der Unterrichtseinbindung des Schülerlaborbesuches und eine Kontrollgruppe ohne Schülerlaborbesuch wie in der Studie von Itzek-Greulich (2015), um die Effekte einer Unterrichtseinbindung genauer untersuchen zu können. Hier sollten, wie oben erwähnt auch verschiedene Methoden der Unterrichtsvor- und -nachbereitung hinsichtlich ihrer Effekte untersucht werden. Des Weiteren ist der Zusammenhang zwischen Unterrichtsvorbereitung, den Erwartungen der Schülerinnen und Schüler und ihrer Wahrnehmung des Laborbesuches in dieser Arbeit nicht untersucht worden und sollte in zukünftiger Forschung analysiert werden.

Die Länge der Workshops von 4 Stunden bis zu einer ganzen Projektwoche wurde in der Analyse nicht berücksichtigt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass längere Workshops den Schülerinnen und Schülern eine intensivere Auseinandersetzung mit der neuen Lernumgebung ermöglichen und hierdurch auch stärkere Effekte aufweisen. Dies sollte untersucht werden.

Auch wenn die Studie durch eine Follow-Up-Messung beabsichtigte, längerfristige Wirkungen eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes zu untersuchen, so stellt der Zeitraum von 9-12 Wochen doch eine Einschränkung der Einschätzung von Folgewirkungen dar. Hier sind weitere Erkenntnisse beispielsweise im Verlauf eines gesamten Schuljahres oder auch unter Betrachtung mehrmaliger Besuche im Schülerlabor wünschenswert.

Die Untersuchung betrachtete die Wirkung von Schülerlaboren auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes. Andere Variablen wie Lerneffekte oder Selbstwirksamkeit wurden nicht untersucht, stellen aber wichtige weitere Forschungsbereiche dar.

Ebenso stellt die Untersuchung anderer Charakteristika der Lernumgebung in diesem Fall der Schülerlabore eine Herausforderung für weitere Forschungsprojekte dar. Wie eingangs dargestellt lassen sich sowohl aus der Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan 2017) als auch aus der Theorie des Konstruktivismus lern- und interessenförderliche Bedingungen ableiten. So stellt neben der hier erfassten Autonomie auch das Kompetenzerleben und die soziale Eingebundenheit ein psychologisches Grundbedürfnis dar, dessen Erfüllung in den Schülerlaboren untersucht werden sollte. Bei dem in dieser Arbeit erfassten Konstrukt Autonomie handelt es sich nur um einen Teilaspekt. So werden in der Studie von Tsai, Kunter, Lüdtke, Trautwein und Ryan (2008, S.462) zum situationalen Interesse in Unterrichtsstunden der Fächer Deutsch, Mathematik und 2. Fremdsprache drei Aspekte unterschieden: „autonomy-supportive climate, controlling behaviors, and cognitive autonomy support“. Es ergab sich ein positiver signifikanter Zusammenhang zwischen der Einschätzung der Variablen autonomy-supportive climate sowie cognitive autonomy support durch die Schülerinnen und Schüler und ihrem situationalen Interesse. Für die Einschätzung der Variable controlling behaviors ergab sich hingegen ein negativer signifikanter Zusammenhang zum situationalen Interesse. Diese Aspekte sollten auch im Hinblick auf die Wahrnehmung im Schülerlabor und den hieraus entstehenden Effekten untersucht werden.

Zwei der untersuchten Schülerlabore bieten teilweise bzw. hauptsächlich monoedukative Workshops nur für Mädchen an. Die geringe Stichprobe dieser Workshops, insbesondere zum dritten Messzeitpunkt, sowie ein großer Anteil Schülerinnen, die das Projekt als Ferienkurs besuchten, wodurch zusätzliche Motivationseffekte entstehen können, ließen keine quantitativen Aussagen zur Wirkung von monoedukativen Workshops zu. Nichtsdestotrotz berichteten Lehrkräfte in den Interviews, dass sie monoedukative Workshops für ihre Schülerinnen gerne wahrnehmen und einen positiven Effekt beobachten. Bezüglich der Wirkung monoedukativer Workshops besteht folglich noch ein großer Bedarf in der Schülerlaborforschung.

Auch hinsichtlich der qualitativen Untersuchungen weisen die Aussagen Grenzen auf. Die Herkunft der Lehrkräfte, ihre Ausbildung, Alter oder Dienstzeit blieben unberücksichtigt. Es sei aber an dieser Stelle erwähnt, dass ein Lehrer mit seiner Klasse aus dem Raum Brandenburg kam und zwei Lehrerinnen mit mehreren Klassen aus Pirna anreisten. Ein Lehrer erwähnte, dass er Quereinsteiger sei und ein weiterer Lehrer war frisch aus dem Referendariat. Es ist anzunehmen, dass solche Faktoren die Erwartungen der Lehrkräfte an einen Schülerlaborbesuch als auch ihre Einstellung und Praxis der Unterrichtseinbindung eines solchen Besuches beeinflussen. Hier besteht ebenfalls noch Forschungsbedarf. Des Weiteren wurden Lehrkräfte interviewt, die ihre Klassen in das Schülerlaborprojekt begleiteten. Von diesen Lehrkräften ist anzunehmen, dass sie den organisatorischen und persönlichen Mehraufwand einer Exkursion an die TU Berlin nicht scheuen und solche außerschulischen Experimentierangebote gerne wahrnehmen. Die meisten der interviewten Lehrkräfte kannten auch bereits das Schülerlaborprojekt aus vorherigen Besuchen. Daher können aus dieser Studie keine Aussagen zu Hemmnissen von Schülerlaborbesuchen im Allgemeinen getroffen werden. Hierzu wäre eine andere Stichprobe nötig.

Die Schülerinterviews wurden mit Schülerinnen und Schülern durchgeführt, die sich freiwillig für ein Interview zu Verfügung stellten, während ihre Mitschüler und Mitschülerinnen den Fragebogen

ausfüllten. Es ist nicht auszuschließen, dass diese Schülerinnen und Schüler daher besonders motiviert und vorfreudig waren, was die Aussagen beeinflusst haben könnte. Schließlich können die Ergebnisse aus den Interviews mit den Lehrkräften als auch mit den Schülerinnen und Schülern aufgrund der kleinen Stichprobe nur erste Hinweise liefern und sind durch größer angelegte qualitative und quantitative Studien zu validieren. Hinsichtlich der Analyse des Verhaltens, Erlebens und Denkens der Schülerinnen und Schüler während des Schülerlaborprojektes könnten sich durch teilnehmende Beobachtungen und die Methode des lauten Denkens neue spannende Einblicke gewinnen lassen. Diese könnten die Erkenntnisse zu Schülerlaboren und deren Wirkung erweitern.

Schließlich kann eine wesentliche Frage teilweise nicht beantwortet werden: Ob die Schülerlabore der TU Berlin ihre anvisierten Ziele erfüllen. Die zentralen Ziele (siehe Anhang A) der untersuchten Schülerlabore stellen, bis auf wenige Ausnahmen, die Förderung des Studierendennachwuchses einhergehend mit einer Reduktion der Abbruchquote als auch die Förderung von Mädchen im Allgemeinen und des weiblichen Studierendennachwuchses in den MINT-Studiengängen im Besonderen dar. Ob die Schülerlabore eine Studienorientierung leisten, kann auf der Grundlage dieser Arbeit nicht beantwortet werden, hierzu sind andere Fragebogeninstrumente nötig. Ob der vormalige Besuch eines Schülerlabores tatsächlich die spätere Studienentscheidung beeinflusst, sollte mit Langzeitstudien der Laborbesuchenden untersucht werden. Die Ergebnisse der Erstsemesterbefragung (TUB Sonar 2017), nach der 27% derjenigen, die während ihrer Schulzeit ein Schüler\_innenprojekt der TU Berlin besuchten, angeben, das (besuchte) Schüler\_innenprojekt habe ihre Entscheidung an der TU Berlin zu studieren stark oder sehr stark beeinflusst, als auch erst deskriptive Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit stellen hier lediglich erste Hinweise dar. So geben 66,2 % der in dieser Arbeit Befragten an, sie können sich die TU Berlin als angenehmen Studienort vorstellen (Einzelitem im 2. Fragebogen). Die Mittelwerte der Einzelitems zum Interesse an einem späteren Studium im MINT-Bereich ( $M1=2.33$ ,  $SE=0.45$ ,  $M2=2.41$ ,  $SE=0.45$ ,  $t(492)=2.273$ ,  $p=.023$ ) als auch zum Interesse an einem späteren Beruf im MINT-Bereich ( $M1=2.37$ ,  $SE=0.45$ ,  $M2=2.46$ ,  $SE=0.47$ ,  $t(483)=2.683$ ,  $p=.008$ ) unterscheiden sich signifikant zwischen den Zeitpunkten T1 und T2.

Vor dem Hintergrund des Modells der Beruflichen Eingrenzung und Kompromissbildung nach Gottfredson (2002) findet eine Eingrenzung aller Berufe auf Berufe die konnotativ dem eigenen Geschlecht entsprechen bereits in der Phase zwischen 6 und 8 Jahren statt. Es stellt sich die Frage, ob Schülerlabore als Mittel zur Förderung des weiblichen Studierendennachwuchses in MINT-Studiengängen nicht zu spät ansetzen. Zwar wirkten die Schülerlabore auch bei Mädchen förderlich auf das Interesse an Naturwissenschaften und das Fähigkeitsselbstkonzept, allerdings trugen die Schülerlabore nicht zur Verringerung des gender gaps bei, worauf das Fehlen von Interaktionseffekten des Geschlechts mit der Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften und Fähigkeitsselbstkonzeptes hinweist. Der signifikante Interaktionseffekt des Geschlechts mit der Entwicklung des Interesses am Experimentieren nach dem Laborbesuch zeigte hingegen einen nachhaltigen positiven Effekt nur für Jungen.

Die Stabilität der Geschlechtsdifferenzen bezüglich des mathematischen Fähigkeitsselbstkonzeptes wurden in der Studie von Nagy et al. (2010) gezeigt. Hier wurde die Entwicklung des Selbstkonzeptes zwischen der 7 und 12 Klasse betrachtet. Die Ergebnisse zeigten ein abnehmendes mathematisches

Fähigkeitsselbstkonzept bei beiden Geschlechtern während die Geschlechtsunterschiede zugunsten der Jungen über den gesamten Zeitraum stabil blieben. Die Studie von Gottfried, Fleming und Gottfried (2001) untersuchte die Entwicklung des Interesses an verschiedenen Fächern zwischen 9 und 17 Jahren. Die Ergebnisse zeigten einen Abwärtstrend insbesondere für Mathematik und Naturwissenschaften als auch eine zunehmende Stabilität des Interesses mit zunehmendem Alter. Aus diesem Grund empfehlen Gottfried et al., dass Maßnahmen zur Förderung des Interesses bereits sehr früh ansetzen. Die Schülerlabore der TU Berlin werden vorwiegend von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I (50.8%) besucht. Auch wenn einige Laborbetreibende in den Interviews argumentieren, eine Studienorientierung sei bei jüngeren Schülerinnen und Schülern nicht möglich, und sich einige Laborangebote daher explizit auch nur an die Sekundarstufe II richten, sollte zur Förderung des weiblichen Studierendennachwuchses im MINT-Bereich über eine Ausweitung des Angebotes in Richtung jüngerer Schülerinnen und Schüler der Primarstufe nachgedacht werden, bei denen sich das Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse insbesondere der Mädchen eventuell noch stärker beeinflussen lässt. Bei weiteren Untersuchungen sollte außerdem das Alter der Schülerinnen und Schüler genauer erfasst werden (nicht nur anhand der Schulstufe), um die Ergebnisse besser mit Forschungsergebnissen zur Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes über das Alter vergleichen zu können und herauszufinden, in welchem Alter Schülerlabore die größtmöglichen Effekte erzielen.

Auch in anderer Hinsicht stellt sich die Frage, ob die Schülerlabore geeignet sind, insbesondere Mädchen anzusprechen. Einer Studie von Lazarides und Ittel (2012) zufolge unterscheiden sich Mädchen und Jungen hinsichtlich ihrer Wahrnehmung der Qualität des Mathematikunterrichts. Mädchen schätzten die Qualität des Unterrichts<sup>28</sup> geringer ein. Die Wahrnehmung einer geringeren Unterrichtsqualität war wiederum mit einem geringen mathematischen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept verbunden. Die Autorinnen weisen darauf hin, dass untersucht werden sollte, wie der Mathematikunterricht stärker an den Bedürfnissen von Schülerinnen ausgerichtet werden kann und geben Beispiele für Anpassungen, wie das Ansprechen unterschiedlicher Lernstrategien, Klassendiskussionen und kooperative Unterrichtsformen sowie ein unterstützendes Lehrkraftverhalten bei welchem kein Geschlecht bevorzugt wird. Eine weitere Studie von Lazarides und Watt (2015) zeigte, dass sich Mädchen auch hinsichtlich ihrer Wahrnehmung der Lehrkrafterwartungen bezüglich ihrer mathematischen Fähigkeiten von Jungen unterscheiden. So nehmen Mädchen an, die Lehrkraft traue ihnen weniger mathematisches Können zu. Diese geringere Einschätzung führt den Autorinnen zufolge zu einer ebenfalls von Jungen verschiedenen Wahrnehmung der Lernbedingungen, zu einem geringeren mathematischen Selbstkonzept und Interesse sowie in dessen Folge zu einer geringeren Wahrscheinlichkeit einer Berufswahl in diesem Bereich. Vor dem Hintergrund dieser Studien aus der Unterrichtsforschung, des Mangels in der Schülerlaborforschung betreffs einer stärkeren Orientierung an Mädchen und dem Erwähnen von Geschlechtsstereotypen in einigen Interviews sollten die

---

<sup>28</sup> Die Qualität des Unterrichts beinhaltet u.a. Aspekte wie die Klarheit von Anweisungen, Strukturierung, kognitive Aktivierung, Mitbestimmung und unterstützendes Lehrkraftverhalten.

Schülerlabore der TU Berlin insbesondere in Bezug auf ihre Anpassung an die Bedürfnisse von Schülerinnen untersucht werden.

### 3.2.2 Erkenntnisse

Trotz der erläuterten Grenzen der vorliegenden Arbeit konnten einige neue Erkenntnisse gewonnen werden. Diese Studie untersuchte unter anderem das individuelle Interesse als abhängige Variable, welches in vorherigen Studien als schwer veränderlich angenommen und daher nur als unabhängige Variable operationalisiert wurde. Die Untersuchung dieses Konstrukts zeigte, dass sich die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihres individuellen Interesses auch kurzfristig (T1 zu T2) änderte. Dies führt zu verschiedenen Schlussfolgerungen, die näher zu untersuchen sind. Eine Vermutung wäre, dass die Schülerinnen und Schüler unter den Bedingungen der neuen Umgebung und des Eindrucks des Workshops nicht ihr stabiles individuelles Interesse zuverlässig einschätzen können. So ließe sich vermuten, dass die verwendete Skala zum Zeitpunkt T2 bereits einen Zwischenzustand zwischen situationalem und individuellem Interesse misst, der nach dem 4-Phasen-Modell der Interessenentwicklung von Hidi und Renninger (2006, S. 114) auf Stufe 2 („maintained situational interest“) anzusiedeln ist. Zum Zeitpunkt T3 würde die Skala dann das entwickelte Interesse auf Stufe 3 („emerging individual interest“) messen. Diese Vermutungen sind durch weitere Interessenforschung zu untersuchen.

Durch ein Pre-Post-Follow-Up-Design konnte die Wirkung des Schülerlaborbesuches sowohl hinsichtlich kurzfristiger als auch langfristiger Effekte untersucht werden. Die Multilevelanalysen berücksichtigen die hierarchische Struktur der Daten, die in vorherigen Studien oft vernachlässigt wurde. Diese ermöglichen die Berechnung der individuell unterschiedlichen Veränderungen bzw. Wachstumskurven für jeden Schüler und jede Schülerin, während statistische Verfahren, die nur eine Ebene betrachten (Regressionsanalyse, ANOVA), hier zu verzerrten Ergebnissen führen können. Die Analysen zeigen das Potential, das Interesse an Naturwissenschaften und das MINT-bezogene Fähigkeitsselbstkonzept sowohl kurz- als auch langfristig signifikant zu fördern. Das Interesse am Experimentieren konnte durch den Schülerlaborbesuch hingegen nur kurzfristig erhöht werden. In der Zeit nach dem Laborbesuch sank das Interesse am Experimentieren jedoch wieder ab. Die Wirkung der Laborvariablen auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes (getestet als Interaktion der Laborvariable mit der Entwicklung der Variablen während des Besuches (slope T1-T2)) wurde als Prädiktor in die Multilevel Modelle aufgenommen und in dieser Studie erstmalig auf diese Weise untersucht. In vorherigen Studien der Schülerlaborforschung wurden lediglich Korrelationsanalysen durchgeführt, die den Zusammenhang verschiedener Laborvariablen zum Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept untersuchten. Die Multilevel Modelle zeigten fördernde Wirkungen der Laborvariablen Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität und geben damit wertvolle Hinweise zur Gestaltung von Schülerlaboren.

Die Modellierung der kurzfristigen Veränderung als auch Veränderung in der Zeit nach dem Laborbesuch ermöglichte eine ausführlichere Analyse des Einflusses der Unterrichtsvorbereitung und Unterrichtsnachbereitung auf die Entwicklung des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes. Eine ausreichende Unterrichtsvorbereitung (getestet als Interaktion der ausreichenden

Unterrichtsvorbereitung mit der Entwicklung der Variablen während des Besuches (slope T1-T2)) erwies sich als signifikant förderlich für die kurzfristige Entwicklung aller drei Variablen, während für die Unterrichtsnachbereitung (getestet als Interaktion der Unterrichtsnachbereitung mit der Entwicklung der Variablen nach dem Laborbesuch (slope T2-T3)) keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden konnten. Da die Art und Weise der Unterrichtsnachbereitung nicht untersucht wurde, kann hier nur vermutet werden, dass die Unterrichtsnachbereitung (sofern sie überhaupt stattfand) nicht geeignet war, das entstandene Interesse und Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler zu verstärken. Allerdings zeigte die Unterrichtseinbindung (Unterrichtsvorbereitung und Unterrichtsnachbereitung) einen signifikant positiven Effekt auf die Entwicklung des Interesses am Experimentieren nach dem Schülerlaborbesuch. Eine stärkere Unterrichtseinbindung erscheint daher geeignet, das Absinken des Interesses am Experimentieren zu verhindern (siehe Tabelle 19, Anhang F). Allerdings wurde das Ergebnis vorheriger Studien bestätigt, dass eine Unterrichtseinbindung selten stattfindet. Durch die Interviews mit den Lehrkräften konnten aber weiterführende Kenntnisse bezüglich der Gründe für eine mangelnde Unterrichtsvor- und -nachbereitung gewonnen werden. Hier spielen neben Lehrplanvorgaben auch technische und organisatorische Voraussetzungen an der Schule und persönliche Einstellungen eine Rolle. Itzek-Greulich (2015) schlägt in ihrer Studie eine Schulung der Lehrkräfte zur Unterrichtsvor- und -nachbereitung eines Schülerlaborprojektes vor. Dieser Vorschlag wird durch die vorliegende Arbeit unterstützt. Zugleich sollte aber bereits in der Lehrkräfteausbildung die Bedeutung der Unterrichtseinbindung sämtlicher außerschulischer Angebote vermittelt werden, von welchen eine Wirkung hinsichtlich des Interesses und Fähigkeitsselbstkonzeptes oder ein Lerneffekt erwartet wird.

Die vorliegende Arbeit leistet auch einen Beitrag zur Erweiterung des noch jungen Forschungsfeldes der Erwartungen von begleitenden Lehrkräften und teilnehmenden Schülerinnen und Schülern. Die interviewten Lehrkräfte beabsichtigen durch den Schülerlaborbesuch vor allem eine ‚berufliche Orientierung‘ ihrer Schülerinnen und Schüler als auch ‚thematische Ergänzung des Unterrichts‘. Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erwarteten überwiegend ‚praktisches und experimentelles Arbeiten‘, ‚fachliches Lernen‘ und ‚Spaß‘. Insbesondere die Untersuchung negativer Erwartungen erbrachte neue Erkenntnisse, die darauf schließen lassen, dass die Schülerinnen und Schüler von einem Schülerlaborbesuch ein Erlebnis im Kontrast zu ihrem alltäglichen Unterrichtserleben erwarten. Auf ‚zu viel Theorie‘, ‚Langeweile‘ und ‚Schule‘ hatten die Schülerinnen und Schüler keine Lust. Die Untersuchung der Erwartungserfüllung stellt in der Schülerlaborforschung Neuland dar. Die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler wurden weitgehend erfüllt (siehe Tabelle 10, Anhang F), allerdings ergaben sich Unterschiede zwischen den Laboren. Die Erwartungserfüllung, getestet als Interaktion der Erwartungserfüllung mit der kurzfristigen Entwicklung der Variablen, erwies sich als signifikanter Prädiktor mit positivem Effekt für das Interesse an Naturwissenschaften, das MINT-bezogene Fähigkeitsselbstkonzept und insbesondere für das Interesse am Experimentieren (siehe Tabelle 12, 14, 16, Anhang F). Schülerlabore sollten daher die Erwartungen der besuchenden Schülerinnen und Schüler bereits im Vorfeld erheben und sich an diesen orientieren. Andererseits weist der Effekt der Erwartungserfüllung auch erneut auf die Verantwortung der Lehrkraft hin, welche durch eine geeignete Unterrichtsvorbereitung die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler lenken sollte.



In den Interviews mit den Laborbetreibenden fielen Unsicherheiten hinsichtlich der konkreten Ziele des Schülerlaborprojektes als auch Differenzen zwischen den Zielen des Projektes und persönlichen Zielvorstellungen auf. Auch wurden selten Gestaltungsmittel genannt, die auf die Zielvorstellungen bezogen waren. Hier kann von fachdidaktischer und pädagogischer Seite, beispielsweise auch durch Lehramtsstudierende, Unterstützung geleistet werden. Es wurden in den Interviews subjektive Geschlechtertheorien geäußert, die auf ihre Auswirkungen im Schülerlabor zu untersuchen sind. Schließlich ist auf Seiten der Schülerlabore die Bedeutung einer Unterrichtseinbindung nicht immer klar. Diese sollte verdeutlicht und beispielsweise durch eine Orientierung der Angebote an den Rahmenlehrplänen, feste Ansprechpartner und Materialien zur Vor- und Nachbereitung unterstützt werden. Zusammenfassend ergeben sich aus der vorliegenden Arbeit folgende Empfehlungen für Schülerlabore, die abschließend noch einmal aufgelistet werden sollen: 1. klare Ziele definieren, 2. subjektive Geschlechtertheorien hinterfragen, 3. die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen, 4. eine Unterrichtseinbindung der Schülerlaborthemen ermöglichen und 5. in den Laboren auf eine ausreichende Ausprägung von Alltagsbezug, Autonomie und Instruktionsqualität achten.

## Literaturverzeichnis

- Albert, Stuart (1977): Temporal comparison theory. In: *Psychological Review* 84 (6), S. 485–503. DOI: 10.1037/0033-295X.84.6.485.
- Anderson, David; Kisiel, James & Storksdieck, Martin (2006): Understanding Teachers' Perspectives on Field Trips. Discovering Common Ground in Three Countries. In: *Curator: The Museum Journal* 49 (3), S. 365–386. DOI: 10.1111/j.2151-6952.2006.tb00229.x.
- Appleton-Knapp, Sara L. & Krentler, Kathleen A. (2006): Measuring Student Expectations and Their Effects on Satisfaction. The Importance of Managing Student Expectations. In: *Journal of Marketing Education* 28 (3), S. 254–264.
- Brandt, Alexander (2005): Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors. 1st ed. Göttingen: Cuvillier Verlag. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5023125>.
- Brandt, Alexander; Möller, Jens & Kohse-Höinghaus, Katharina (2008): Was bewirken außerschulische Experimentierlabors? Ein Kontrollgruppenexperiment mit Follow p-Erhebung zu Effekten auf Selbstkonzept und Interesse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 22 (1), S. 5–12. DOI: 10.1024/1010-0652.22.1.5.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992): The Jasper series as an example for anchored instruction: theory, program description and assessment data. In: *Educational Psychologist* 27, S. 291–315.
- Dähnhardt, Dorothee; Sommer, Katrin & Euler, Manfred (2007): Lust auf Naturwissenschaft und Technik. Lernen im Schülerlabor. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie* 18 (99), S. 4–10.
- Damerau, Karsten (2012): Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor. Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLL Bio. Dissertation. Bergische Universität Wuppertal. URN: urn:nbn:de:hbz:468-20130312-124320-3
- Davidson, Susan K.; Passmore, Cynthia & Anderson, David (2009): Learning on zoo field trips. The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. In: *Science Education* 22 (3), S. 122–141.
- Deci, Edward L. & Ryan, Richard M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (2), S. 223–238. URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-111739
- Dickhäuser, Oliver & Galfe, Eva (2004): Besser als ..., schlechter als. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 36 (1), S. 1–9. DOI: 10.1026/0049-8637.36.1.1.

- Edelson, Daniel C. (1998): Realising authentic science learning through the adaptation of scientific practice. In: Fraser, Barry; Tobin, Kenneth (Hrsg.): International handbook of science education. Kluwer; Dordrecht, S. 317–332.
- Edelson, Daniel C.; Gordin, Douglas N. & Pea, Roy D. (1999): Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. In: *Journal of the Learning Sciences* 8, S. 391–450. DOI: 10.1080/10508406.1999.9672075
- Engeln, Katrin (2004): Schülerlabors. Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Dissertation. 1. Aufl. Berlin: Logos-Verl. (Studien zum Physiklernen, 36).
- Engeln, Katrin & Euler, Manfred (Hrsg.) (2005): Physikunterricht modernisieren. Erfahrungen aus Kooperationsprojekten zwischen Schule und Wissenschaft [Workshop „Physikunterricht Modernisieren - Erfahrungen aus Kooperationsprojekten zwischen Schule und Wissenschaft“ Januar 2004] Kiel: IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN-Materialien).
- Euler, Manfred (2010): Schülerlabore. Lernen durch Forschen und Entwickeln. In: Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler (Hrsg.): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. 2. Aufl. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch), S. 766–818.
- Euler, Manfred & Weißnigk, Susanne (2011): Schülerlabore und die Förderung kreativer Potenziale. Lernen durch Forschen und Entwickeln. In: *Plus Lucis* 1-2, S. 32–38.
- Falk, John & Storksdieck, Martin (2005): Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. In: *Science Education* 89 (5), S. 744–778. DOI: 10.1002/sce.20078.
- Fraser, Barry J., McRobbie, Campbell J., & Giddings, Geoffrey J. (1993). Development and cross-national validation of a laboratory classroom environment instrument for senior high school science. *Science Education*, 77 (1), 1–24. DOI: 10.1002/sce.3730770102
- Garner, Nicole (2015): Nachhaltigkeit und Chemie - ein Schülerlabor als Ort der Innovation von Chemieunterricht. Kumulative Dissertation. Online verfügbar unter <https://d-nb.info/1079856994/04>
- Garner, Nicole & Eilks, Ingo (2015): The Expectations of Teachers and Students Who Visit a Non-Formal Student Chemistry Laboratory. In: *Eurasia J. Math. Sci. Tech. Ed* 11 (6), S. 1–14. DOI: 10.12973/eurasia.2015.1415a.
- Garson, G. David (Hrsg.) (2013): Hierarchical linear modeling. Guide and applications. Los Angeles, Calif.: Sage.

- Gerstenmaier, Jochen & Mandl, Heinz (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. The acquisition of knowledge from a constructivist perspective. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41 (6), S. 867–888.
- Glowinski, Ingrid & Bayrhuber, Horst (2011): Student labs on a university campus as a type of out-of-school learning environment: Assessing the potential to promote students' interest in science. In: *International Journal of Environmental and Science Education* 6 (4), S. 371–392. Online verfügbar unter <http://www.ijese.net/makale/1445>
- Glowinski, Ingrid (2007): Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen. Dissertation. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-25644>.
- Gottfredson, Linda S. (2002). Gottfredson's Theory of Circumscription, Compromise, and Self-Creation. In: D. Brown (Hrsg.): *Career Choice and Development* (4. Aufl.). San Fransisco: Jossey-Bass, S. 85–148.
- Gottfried, Adele E.; Fleming, James. S. & Gottfried, Allen W. (2001). Continuity of academic intrinsic motivation from childhood through late adolescence: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93 (1), 3–13. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.3>
- Grolnick, Wendy S. & Ryan, Richard M. (1987): Autonomy in children's learning. An experimental and individual difference investigation. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 52 (5), S. 890–898. DOI: 10.1037/0022-3514.52.5.890.
- Guderian, Pascal (2007): Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin
- Guderian, Pascal & Priemer, Burkhard (2008): Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche - eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 7 (2), S. 27–36.
- Guderian, Pascal; Priemer, Burkhard & Schön, Lutz-Helmut (2006): In den Unterricht eingebundene Schülerlaborbesuche und deren Einfluss auf das aktuelle Interesse an Physik. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 5 (2), S. 142–149.
- Gunstone, Richard F. (1991): Reconstructing theory from practical experience. In: Brian E. Woolnough (Hrsg.): *Practical science. The role and reality of practical work in school science: Milton Keynes: Open University Press*, S. 67–77.
- Harter, Susan (1978): Pleasure Derived from Challenge and the Effects of Receiving Grades on Children's Difficulty Level Choices. In: *Child Development* 49 (3), S. 788. DOI: 10.2307/1128249.

- Haupt, Olaf J.; Domjahn, Jürgen; Martin, Ulrike; Skiebe-Corrette, Petra; Vorst, Silke; Zehren, Walter & Hempelmann, Rolf (2013): Schülerlabore - Begriffsschärfung und Kategorisierung. In: *MNU* 66 (6), S. 324–330.
- Helmke, Andreas (1992): Selbstvertrauen und schulische Leistungen. Göttingen: Hogrefe.
- Helmke, Andreas (1998): Vom Optimisten zum Realisten? Zur Entwicklung des Fähigkeitskonzeptes vom Kindergarten bis zur 6. Klassenstufe. In: Franz E. Weinert (Hrsg.): *Entwicklung im Kindesalter*. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union, S. 115–132.
- Hidi, Suzanne & Renninger, K. Ann (2006): The Four-Phase Model of Interest Development. In: *Educational Psychologist* 41 (2), S. 111–127. DOI: 10.1207/s15326985ep4102\_4.
- Higgins, Edward Tory (1996): Knowledge activation: Accessibility, applicability and salience. In: Edward Tory Higgins und Arie W. Kruglanski (Hrsg.): *Social psychology: Handbook of basic principles*, S. 133–168.
- Honebein, Peter C.; Duffy, Thomas M. & Fishman, Barry J. (1993): Constructivism and the Design of Learning Environments: Context and Authentic Activities for Learning. In: Thomas M. Duffy (Hrsg.): *Designing environments for constructive learning*. [proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on the Design of Constructivist Learning Environments: Implications for Instructional Design and the Use of Technology, held at the Catholic University Leuven, Belgium, May 14 - 18, 1991]. Berlin: Springer (NATO ASI series Series F, Computer and systems sciences, 105), S. 87–108.
- Huck, Jana; Haan, Gerhard de & Plesse, Michael (Hrsg.) (2010): *Schülerlabor & Co. Außerschulische naturwissenschaftlich-technische Experimentierangebote als Ergänzung des Schulunterrichts in der Region Berlin-Brandenburg*. Berlin: Regioverl. (Studien zu Technologie und Innovation).
- Huwer, Johannes (2015): *Nachhaltigkeit und Chemie im Schülerlabor. Forschendes Experimentieren im Kontext einer naturwissenschaftlich-technischen Umweltbildung*. Universität des Saarlandes. DOI: 10.22028/D291-23042
- Itzek-Greulich, Heike (2015): *Einbindung des Lernorts Schülerlabor in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Empirische Untersuchung zu kognitiven und motivationalen Wirkungen eines naturwissenschaftlichen Lehr-Lernarrangements*. Dissertation. Universitätsbibliothek Tübingen. Online verfügbar unter [https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/60557/Dissertation\\_Heike\\_Itzek-Greulich.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/60557/Dissertation_Heike_Itzek-Greulich.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Itzek-Greulich, Heike; Flunger, Barbara; Vollmer, Christian; Nagengast, Benjamin; Rehm, Markus & Trautwein, Ulrich (2015): Effects of a science center outreach lab on school students' achievement – Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school? In: *Learning and Instruction* 38, S. 43–52. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2015.03.003.

- Jussim, Lee & Eccles, Jacquelynne S. (1992). Teacher expectations: II. Construction and reflection of student achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63 (6), S. 947–961. DOI:10.1037/0022-3514.63.6.947
- Kisiel, James (2005): Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. In: *Science Education* 89 (6), S. 936–955.
- Klaes, Esther (2008): Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Perspektive der Lehrkraft. Dissertation. Universität Heidelberg. Berlin: Logos (Studien zum Physik- und Chemielernen, 86).
- Kölller, Olaf; Schnabel, Kai-Uwe & Baumert, Jürgen (2000). Der Einfluß der Leistungsstärke von Schulen auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32 (2), S. 70–80,
- Krapp, Andreas (1992): Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 38 (5), S. 747–770.
- Krapp, Andreas (1998): Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 44 (3), S. 185–201.
- Krapp, Andreas (1999): Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen. Weinheim: Beltz.
- Krapp, Andreas (2002): Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. In: *Learning and Instruction* (12), S. 383–409.
- Krapp, Andreas & Prenzel, Manfred (Hrsg.) (1992): Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster: Aschendorff (Arbeiten zur sozialwissenschaftlichen Psychologie, 26).
- Krapp, Andreas & Prenzel, Manfred (2011): Research on Interest in Science. Theories, methods, and findings. In: *International Journal of Science Education* 33 (1), S. 27–50. DOI: 10.1080/09500693.2010.518645.
- Krapp, Andreas & Ryan, Richard M. (2002): Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. Weinheim: Beltz.
- Lazarides, Rebecca & Ittel, Angela (2012). Instructional Quality and Attitudes toward Mathematics: Do Self-Concept and Interest Differ across Students' Patterns of Perceived Instructional Quality in Mathematics Classrooms? *Child Development Research*, (6), S. 1–11. DOI:10.1155/2012/813920
- Lazarides, Rebecca & Ittel, Angela (2013): Mathematics Interest and Achievement: What Role Do Perceived Parent and Teacher Support Play? A Longitudinal Analysis. In: *International Journal of Gender, Science and Technology* 5 (3), S. 207–231.

- Lazarides, Rebecca & Watt, Helen M.G. (2015). Girls' and boys' perceived mathematics teacher beliefs, classroom learning environments and mathematical career intentions. *Contemporary Educational Psychology*, 41, S. 51–61. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2014.11.005
- LernortLabor - Bundesverband der Schülerlabore e.V. (2018): Alle im Schülerlabor-Atlas von LernortLabor. Online verfügbar unter <https://www.schuelerlabor-atlas.de/>
- LernortLabor e. V.: Schülerlabore - LernortLabor - Bundesverband der Schülerlabore e.V. Online verfügbar unter <https://www.lernortlabor.de/schuelerlabore.html>
- Lewalter, Doris (2002): Motivationsentwicklung in universitären Lehrveranstaltungen. Neubiberg: Inst. für Psychologie und Erziehungswissenschaft (Arbeiten zur empirischen Pädagogik und pädagogischen Psychologie, Nr. 42).
- Lewalter, Doris & Geyer, Claudia (2008): Die Nutzung schulischer Museumsbesuche aus der Sicht von Lehrkräften. In: *Unterrichtswissenschaften* 36 (2), S. 136–149.
- Lewalter, Doris & Geyer, Claudia (2009): Motivationale Aspekte von schulischen Besuchen in naturwissenschaftlich-technischen Museen. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 12 (1), S. 28–44. DOI: 10.1007/s11618-009-0060-8.
- Lewalter, Doris; Krapp, Andreas; Schreyer, Inge & Wild, Klaus-Peter (1998). Die Bedeutsamkeit des Erlebens von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit für die Entwicklung berufsspezifischer Interessen. Befunde einer Interviewstudie. In: Beck, Klaus; Dubs, Rolf (Hrsg.): *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik Beihefte: H. 14. Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung: Kognitive, motivationale und moralische Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse*. Stuttgart: Steiner, S.143–168.
- Linn, Marcia. C. (1983): Evaluation in the museum setting: focus on expectations. In: *Educational Evaluation and Policy Analysis* 5 (1), S. 119–127.
- Little, Roderick J. A. (1988): A Test of Missing Completely at Random for Multivariate Data with Missing Values. In: *Journal of the American Statistical Association* 83 (404), S. 1198. DOI: 10.2307/2290157.
- Lüdtke, Oliver; Köller, Olaf; Marsh, Herbert W. & Trautwein, Ulrich (2005): Teacher frame of reference and the big-fish–little-pond effect. In: *Contemporary Educational Psychology* 30 (3), S. 263–285. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2004.10.002.
- Maerten-Rivera, Jaime L. (2013): A Piecewise Growth Model Using HLM 7 to Examine Change in Teaching Practices Following a Science Teacher Professional Development Intervention. In: G. David Garson (Hrsg.): *Hierarchical linear modeling. Guide and applications*. Los Angeles, Calif.: Sage, S. 249–272.

- Mandler, George (1984): *Mind and body. Psychology of emotion and stress*. 1<sup>st</sup> ed. New York: W. W. Norton.
- Marsh, Herbert W. (1986): Global self-esteem. Its relation to specific facets of self-concept and their importance. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 51 (6), S. 1224–1236. DOI: 10.1037/0022-3514.51.6.1224.
- Marsh, Herbert W. (1990): The structure of academic self-concept. The Marsh/Shavelson model. In: *Journal of Educational Psychology* 82 (4), S. 623–636. DOI: 10.1037/0022-0663.82.4.623.
- Marsh, Herbert W.; Trautwein, Ulrich; Lüdtke, Oliver; Köller, Olaf & Baumert, Jürgen (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: Reciprocal effects models of causal ordering. *Child Development*, 76(2), S. 397–416. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00853.x>
- Mayring, Philipp (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 12., überarb. Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz Pädagogik). Online verfügbar unter [http://content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783407293930](http://content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407293930).
- Mitchell, Mathew (1993): Situational interest. Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. In: *Journal of Educational Psychology* 85 (3), S. 424–436. DOI: 10.1037/0022-0663.85.3.424.
- Mokhonko, Svitlana; Nickolaus, Reinhold & Windaus, Anne (2014): Förderung von Mädchen in Naturwissenschaften. Schülerlabore und ihre Effekte. In: *ZfDN* 20 (1), S. 143–159. DOI: 10.1007/s40573-014-0016-2.
- Möller, Jens & Trautwein, Ulrich (2015): Selbstkonzept. In: Elke Wild und Jens Möller (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 177–199.
- Murphy, Patricia; Lunn, Stephen & Jones, Helen (2006): The impact of authentic learning on students' engagement with physics. In: *The Curriculum Journal* 17 (3), S. 229–246. DOI: 10.1080/09585170600909688.
- Nachtigall, Valentina; Rummel, Nikol & Serova, Katja (2018): Authentisch ist nicht gleich authentisch – Wie Schülerinnen und Schüler die Authentizität von Lernaktivitäten im Schülerlabor einschätzen. In: *Unterrichtswiss* 46 (3), S. 299–319. DOI: 10.1007/s42010-018-0020-1.
- Nagy, Gabriel; Garrett, Jessica; Trautwein, Ulrich; Cortina, Kai S.; Baumert, Jürgen & Eccles, Jacquelynne S. (2008): Gendered high school course selection as a precursor of gendered careers. The mediating role of self-concept and intrinsic value. In: Helen M. G. Watt und Jacquelynne S. Eccles (Hrsg.): *Gender and occupational outcomes. Longitudinal assessments of individual, social, and cultural influences*. 1<sup>st</sup> ed. Washington, DC: American Psychological Association, S. 115–143.



- Nagy, Gabriel; Watt, Helen M. G.; Eccles, Jacquelynne S.; Trautwein, Ulrich; Lüdtke, Olaf & Baumert, Jürgen (2010). The Development of Students' Mathematics Self-Concept in Relation to Gender: Different Countries, Different Trajectories? *Journal of Research on Adolescence*, 20 (2), S. 482–506. DOI: 10.1111/j.1532-7795.2010.00644.x
- Olson, James M.; Roese, Neal J. & Zanna, Mark P. (2000): Erwartungen. In: Jens Möller (Hrsg.): *Psychologie und Zukunft. Prognosen, Prophezeiungen, Pläne*. Göttingen u.a.: Hogrefe, Verl. für Psychologie, S. 31–49.
- Pawek, Christoph (2009): Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe. Dissertation. Universität zu Kiel. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-36693>.
- Pohlmann, Britta & Möller, Jens (2009): On the benefit of dimensional comparisons. In: *Journal of Educational Psychology* 101 (1), S. 248–258. DOI: 10.1037/a0013151.
- Potvin, Patrice & Hasni, Abdelkrim (2014): Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. In: *J Sci Educ Technol* 23 (6), S. 784–802. DOI: 10.1007/s10956-014-9512-x.
- Prenzel, Manfred & Drechsel, Barbara (1996): Ein Jahr kaufmännische Erstausbildung: Veränderungen in Lernmotivation und Interesse. One year vocational education - changes in learning motivation and interest. In: *Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung* 24 (3), S. 217–234.
- Priemer, Burkhard & Pawek, Christoph (2014): Out-of-school STEM learning in Germany: Can we catch and hold students' interest? 2014 NARST Annual International Conference CD. Pittsburgh, USA. Online verfügbar unter [http://unilab.physik.hu-berlin.de/tl\\_files/unilab/webdata/Materialien/proposal\\_narst\\_2014\\_Priemer\\_Pawek\\_final.pdf](http://unilab.physik.hu-berlin.de/tl_files/unilab/webdata/Materialien/proposal_narst_2014_Priemer_Pawek_final.pdf)
- Priemer, Burkhard & Roth, Jürgen (2020). *Lehr-Lern-Labore: Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*. Verlag: Springer
- Ramey-Gassert, Linda (1997): Learning science beyond the classroom. In: *The Elementary School Journal* 97 (4), S. 433-450. DOI: 10.1086/461875
- Rheinberg, Falko & Vollmeyer, Regina (2018): *Motivation*. 9. Auflage. Hrsg. v. Bernd Leplow und Maria von Salisch. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Roberta-Initiative (2018): Online verfügbar unter <https://www.roberta-home.de/>
- Rost, Jürgen; Sievers, Knud; Häußler, Peter; Hoffmann, Lore & Langeheine, Rolf (1999): Struktur und Veränderung des Interesses an Physik bei Schülern der 6. bis 10. Klassenstufe. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 31 (1), S. 18–31. DOI: 10.1026//0049-8637.31.1.18.

- Ryan, Richard M. & Deci, Edward L. (2017): Self-determination theory. Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. New York, London: Guilford Press. Online verfügbar unter <http://ebookcentral.proquest.com/lib/subhh/detail.action?docID=4773318>.
- Scharfenberg, Franz-Josef (2005): Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. Dissertation. Universität Bayreuth.
- Schilling, Susanne R. & Sparfeldt, Jörn R.; Rost, Detlef H. (2006): Facetten schulischen Selbstkonzepts. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 20 (1/2), S. 9–18. DOI: 10.1024/1010-0652.20.12.9.
- Schmidt, Ines; Di Fuccia, David S. & Ralle, Bernd. (2011): Außerschulische Lernstandorte. Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften und Schulleitungen. In: *Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht* 64 (6), S. 362–369.
- Shavelson, Richard J. & Bolus, Roger (1982): Self-Concept: The Interplay of Theory and Methods. In: *Journal of Educational Psychology* 74 (1), S. 3–17.
- Sommer, Katrin; Wirth, Joachim & Rummel, Nikol (2018): Authentizität der Wissenschaftsvermittlung im Schülerlabor – Einführung in den Thementeil. In: *Unterrichtswissenschaft* 46 (3), S. 253–260. DOI: 10.1007/s42010-018-0022-z.
- Streller, Matthias (2016): The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories. Dissertation. Technische Universität Dresden.
- Tracey, T. J. G. (2002). Development of interests and competency beliefs: A 1-year longitudinal study of fifth- to eighth-grade students using the ICA-R and structural equation modeling. *Journal of Counseling Psychology*, 49(2), 148–163. DOI: 10.1037//0022-0167.49.2.148
- Tsai, Yi-Miau; Kunter, Mareike; Lüdtke, Oliver; Trautwein, Ulrich & Ryan, Richard M. (2008). What makes lessons interesting? The role of situational and individual factors in three school subjects. *Journal of Educational Psychology*, 100 (2), S. 460–472. DOI:10.1037/0022-0663.100.2.460
- Valentine, Jeffrey C.; DuBois, David L. & Cooper, Harris (2004): The Relation Between Self-Beliefs and Academic Achievement. A Meta-Analytic Review. In: *Educational Psychologist* 39 (2), S. 111–133. DOI: 10.1207/s15326985ep3902\_3.
- Wang, M.-T. (2012). Educational and career interests in math: A longitudinal examination of the links between classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48(6), S. 1643–1657. DOI: 10.1037/a0027247
- Watt, Helen M. G. & Eccles, Jacquelynne S. (2008): Gender and occupational outcomes. Longitudinal assessments of individual, social, and cultural influences. 1<sup>st</sup> ed. Washington, DC: American Psychological Association.

Weiner, Bernard (2012): *Attributional theory of motivation and emotion*. Heidelberg: Springer.

Weßnigk, Susanne (2013): *Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten*. Dissertation. Universität Kiel.

Weßnigk, Susanne & Euler, Manfred (2011): The potential of an out-of-school laboratory to improve the image of physics and chemistry. In: C Bruguière, A Tiberghien und p Clément (Hrsg.): *European Science Education Research Association. E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship*. Online verfügbar unter <https://www.esera.org/conference-proceedings/21-esera-2011/280-strand-2>.

White, Richard T. (1996): The link between the laboratory and learning. In: *International Journal of Science Education* 18 (7), S. 761–774. DOI: 10.1080/0950069960180703.

Wilkins, J. L. M. (2004). Mathematics and Science Self-Concept: An International Investigation. *The Journal of Experimental Education*, 72 (4), S. 331–346. DOI: 10.3200/JEXE.72.4.331-346

Zehren, Walter (2009): *Forschendes Experimentieren im Schülerlabor*. Dissertation. Universität des Saarlandes. DOI:10.22028/D291-22595

## Anhang

### Anhang A: Analyse der Leitfadeninterviews mit den Laborbetreibenden

Mittels Leitfadeninterviews wurden die Betreibenden von sieben Schülerlaboren der Technischen Universität Berlin zu ihrem Angebot befragt. Die Ergebnisse werden hier vorgestellt. Zum Einstieg in das Interview waren die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aufgefordert, zunächst ihr Angebot und die Zielgruppe zu beschreiben. Der Leitfaden (siehe Anhang C) enthielt des Weiteren folgende Fragen:

- Was sind die Ziele Ihres Schülerlabors?
- Wie sollen die Ziele erreicht werden?
- Wie ist der Kontakt/ die Zusammenarbeit mit den Lehrkräften?

Von den hier erhobenen sieben Laboren wurden zwei aus der weiteren Untersuchung ausgeschlossen, da ihr Angebot weitgehend eine AG im Rahmen des Techno-Clubs darstellt, die benotet in das Jahrgangszeugnis eingeht. Diese Angebotsart entspricht nicht den Prinzipien eines Schülerlabors (siehe Kapitel 1.1). Neben dieser AG bieten die Labore A und B zwar auch unbenotete Einzelprojekte an, hier war jedoch die Stichprobengröße weit unter dem für eine quantitative Untersuchung erforderlichen Maß. Beim Labor H wurde kein Interview mit der zuständigen Mitarbeiterin geführt, da es sich hierbei um die Autorin und Interviewerin handelt. In die weitere Untersuchung ging das Labor H jedoch mit ein. Eine Vorstellung der Labore und ihrer Zielgruppen findet sich in Kapitel 1.1.1.

#### Ziele der Labore

Das **Labor A** setzt sich folgende Ziele: Grundziel ist es, Mädchen für ein technisches oder naturwissenschaftliches Studium zu gewinnen.

*„Das Grundziel von Labgirls, sag ich mal, ist langfristig gesehen, dass sie Physik studieren“  
(A, 35)*

Das Labor richtet sich nur an Mädchen und es wird mehrfach betont, wie wichtig eine Förderung der Mädchen sei. Hierbei verfolgt das Labor generell das Ziel, Mädchen für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern sowie Ängste und Vorbehalte gegenüber diesen Fächern abzubauen und das Fähigkeitsselbstkonzepts zu fördern.

*„[...] es ist nicht nur Werbung für das Physikstudium, sondern eher einfach Begeisterung schaffen und halt irgendwie diese Angst nehmen vor der Wissenschaft.“ (A, 36)*

Untergeordnete Ziele hierzu sind Wissensvermittlung und Vermittlung der Bedeutung der Fächer.

*„[...] und es geht halt ja darum, dass die auch die physikalischen Prozesse dahinter verstehen und halt auch mit dem, was sie in der Schule gelernt haben, in Verbindung bringen. Also ganz oft ist es so: "Ah, ok. Ich wusste gar nicht, dass es einen praktischen Bezug zu der Realität hat, sondern ich dachte, ich lern' das nur für die Schule.“(A, 11)*

Das **Labor C** möchte einerseits Lehrkräfte durch ein außerschulisches Angebot unterstützen, andererseits möchte es Schülerinnen und Schüler für diese Naturwissenschaft begeistern und dadurch zu einem Studium motivieren. Wünschenswert ist hier ein Studium an der TU Berlin.

*„[...] erstmal generell für ein Chemiestudium zu interessieren. Und dann natürlich schlussendlich für das Chemiestudium an der TU Berlin.“ (C, 22)*

Das **Labor D** möchte das Interesse für naturwissenschaftlich/technische Studiengänge wecken und somit den Studierendennachwuchs sichern. Da Mädchen in diesen Studiengängen unterrepräsentiert sind, ist es vor allem Ziel, bei diesen das Interesse für Naturwissenschaft und Technik zu wecken und Vorbehalte auszuräumen.

*„[...] denn das Ziel unseres Labors ist es auch, ein Interesse für Studienrichtungen zu wecken. Gerade in der E-Technik und in der Informatik können wir also mehr Studierende gebrauchen. Vor allem auch mehr Frauen, das ist das zweite Ziel, dass wir auch gerade bei Mädchen da die Lust und das Interesse wecken wollen oder auch Vorurteile ausräumen wollen, das sei eben nichts für Frauen.“ (D, 6)*

Hierzu sollen die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler im Labor ein grundlegendes Verständnis für die Inhalte gewinnen und Spaß haben.

*„Sondern das ist so das Ziel der ganzen Sache, dass sie ein grundlegendes Verständnis für die Abläufe in der Elektrotechnik bekommen und natürlich auch Spaß dann beim Bauen haben und sehen, dass es eben gar nicht SO schwierig ist, so etwas zu machen.“ (D, 6)*

Das Labor beteiligt sich hierneben auch an der Lehrkräfteaus- und -fortbildung und Berufsorientierung, diese stellen jedoch keine vorrangigen Ziele dar. An einer Stelle scheint eine gewisse Differenz zwischen Zielen „von oben“ und selbstintendierten Zielen vorzuliegen. So vertritt die Laborleitung die Meinung, man solle eine Breitenförderung gewährleisten, um auch Kindern einen Einblick in Naturwissenschaften und Technik zu ermöglichen, die nicht aufgrund ihres Elternhauses dafür interessiert sein werden. Dies steht im Widerspruch zu einer gewünschten „Eliteförderung“.

*„Häufig bekommen wir da auch zu sagen ‚Naja, macht doch mehr Eliteprojekte oder für Hochbegabte‘. Da halte ich dann immer ein bisschen gegen, dass es auch sehr sinnvoll ist, mit 7., 8. Klassen an Schulen zu gehen, wo jetzt nicht gerade die Elite hingehet, sondern sag ich mal, eher irgendwie ‚Präkariatsgegenden‘.“ (D, 20)*

Vorrangiges Ziel des **Labors B** ist die Studienorientierung. Das Labor richtet sich vorrangig an Mädchen und möchte diese für das Studieren einer Naturwissenschaft interessieren. Ziele hierzu sind die Information über das Studium und der Abbau von Ängsten und Vorbehalten gegenüber dem Studium. Im Rahmen des Laborbesuches soll ein Studieneinblick im Sinne von Wissensvermittlung und Vermittlung von Erfahrungen im Experimentieren im Labor gegeben werden.

*„[...] , dass die Angst vor'm Chemiestudium genommen wird, weil viele haben halt schon so dieses: ‚Chemie, das ist kompliziert‘, [...] also, dass die halt merken, ok, Chemie ist was für mich. So'n bisschen schon auch das Interesse zu wecken, dass zu studieren. Oder halt, wenn es das nicht ist, dann wenigstens, dass sie halt wirklich überlegen, eine Naturwissenschaft zu studieren.“ (B, 23)*

Es gibt zwei Labore, die mit dem Konzept „Roberta® – Lernen mit Robotern“ (<https://www.roberta-home.de/>) arbeiten. Sie verfolgen jedoch andere Zielsetzungen wie anhand der Interviews herausgefunden wurde. Dabei entspricht die Zielsetzung des Labors E der Zielsetzung der Roberta

Initiative des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), hingegen hat Labor F lediglich das Programm adaptiert.

Das **Labor E** richtet sich vorwiegend an Mädchen und möchte bei diesen Hemmnisse und Ängste gegenüber Technik abbauen und die Aufgeschlossenheit gegenüber Naturwissenschaft und Technik sowie das Fähigkeitsselbstkonzept fördern. Langfristig soll hiermit auch ein Beitrag zum weiblichen Nachwuchs in den naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen geleistet werden. Interessant ist, dass trotz des Eindrucks des Erfolges hinsichtlich der Mädchenförderung, Zweifel an der Wirksamkeit eines einmaligen Laborbesuches in Bezug auf die Studienförderung bestehen.

*„Und äh im Prinzip merken wir halt einfach, dass das den Mädchen extrem das Selbstbewusstsein stärkt. Also die gehen danach raus und sagen dann: ‚Ey cool, ich kann das ja!‘ und so. Also das ist schon, man merkt, das macht was mit den Mädels.“ (E, 42)*

*„[...] ich meine, auch von wegen, wie nachhaltig ist das für die Kinder. Es ist ja unwahrscheinlich [...], dass da ein einziger Tag dazu führen wird, dass die mal MINT-Fächer studieren werden. Das muss halt ‘ne längerfristige Sache sein, die immer mal wieder, also dass immer mal wieder so der Anstoß kommt, [...] immer wieder irgendein MINT-Anstoß aus den MINT-Fächern.“ (E, 173)*

Nach Meinung der Laborbetreibenden sollten derartige Maßnahmen frühzeitig ansetzen und regelmäßig erneut eingesetzt werden.

Beim **Labor F** wurden zwei Interviews geführt, da während der Dauer des Projektes die verantwortlichen Mitarbeiterinnen wechselten. Im ersten Interview stellte sich heraus, dass das Ziel des Labors sehr unkonkret ist und es scheinbar Differenzen zwischen auferlegten Zielen und selbst intendierten Zielen gibt. Ein paar Beispiele sollen dies verdeutlichen.

Das Ziel „Kinder ans Programmieren ran zu bringen“ (F1, 39) ist sehr allgemein und lässt sich schwer operationalisieren, es wurde an dieser Stelle dem Ziel „Interesse und Aufgeschlossenheit fördern“ zugeordnet. Die Bemerkung „Im Prinzip soll man sie in die MINT-Berufe\* MINT-Bereiche reinholen“ (F1, 39) weist zum einen auf eine anvisierte Studien- und Berufsorientierung hin, zugleich aber auf eine Distanz zu diesem Ziel „von oben“. Schließlich wird noch das Ziel angedeutet, Vorbehalte gegenüber Naturwissenschaft und Technik auszuräumen, hier insbesondere bezogen auf Mädchen.

*„[...] ja, aber das Programmieren, das ist schon eher in die Informatik reintreten und vor allem Mädchen, die dann irgendwie sagen: ‚Oh mein Gott, Informatik, das geht ja überhaupt nicht!‘.“ (F1, 39)*

Allerdings zeigt sich die Mitarbeiterin zu einer intendierten Mädchenförderung ebenfalls teilweise distanziert.

*„Roberta ist so ‘n Konzept, was eigentlich sich so ‘n bisschen stärker an Mädchen richtet oder sogar nur an Mädchen richtet. [...] Aber wir hier bieten es für alle an. Weil es würde auch von der Organisation her gar nicht klappen, weil bei uns kommen meistens Schulklassen und dann die Jungs immer zu Hause zu lassen und nur die MÄDchen mitzubringen, dass schaffen die Lehrer einfach nicht. Auch wenn es sinnvoll wäre, aber das ist halt einfach nicht MÖGLICH.“ (F1, 6-8)*

Und an anderer Stelle:

*„Vor allem wie gesagt Mädchen, aber... ich finde es bei Jungs genauso wichtig.“ (F1, 39)*

Im zweiten Interview, nach dem Mitarbeiterwechsel, hat sich die Zielformulierung des Labors etwas verändert.

*„So das übergreifende Ziel, dass wir einen Raum haben, [...] wo sie sich frei von irgendwelchen Bewertungen mit dem Thema auseinandersetzen können, Roboter bauen können und halt auch Erfahrungen sammeln können im Programmieren, also wie gefällt mir das oder kann ich das ganz gut verstehen, habe ich da Lust dran, ähm, das ist so das obere Ziel.“ (F2, 20)*

Auch diese Zielbeschreibung wurde, wie im ersten Interview, der „Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit“ zugeordnet. Durch die eigenständige Auseinandersetzung sollen die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler für sich herausfinden, ob ihnen Informatik liegt. Des Weiteren wird im zweiten Interview deutlicher, was keine anvisierten Ziele sind. So wird die Studienorientierung und Mädchenförderung nicht mehr erwähnt. Eine intendierte Wissensvermittlung ist ausdrücklich kein Ziel, auch wenn während des Workshops einzelne Inhalte vermittelt werden.

*„Also kein Ziel ist zum Beispiel, das wir den Kindern jetzt von A bis Z beibringen, wie man programmiert, ja.“ (F2, 20)*

Eher möchte das Labor adäquate Ansichten über Technik vermitteln und zum Analysieren und Hinterfragen anleiten, was ihrer Ansicht nach in der Schule zu wenig geleistet wird.

*„[...] was wäre deine Idee, um den Fehler zu beheben, um halt auch ein bisschen dieses eigenständige Analysieren und Hinterfragen so ein bisschen zu lernen oder auch anzuleiten. [...] das ist für viele Kinder halt dann auch meistens die Herausforderung an sich. Weil es halt auch wirklich total anders ist. Also im Schulunterricht hinterfragt man halt nicht [...].“ (F2, 6)*

In diesem Interview ist keine persönliche Distanz zu der beschriebenen Zielsetzung festzustellen.

Das **Labor G** möchte vor allem bei Mädchen Vorbehalte gegenüber Technik und Naturwissenschaften ausräumen und Interesse fördern.

*„[...] dass Technik nichts für sie ist, sondern dass sie halt einfach auch äh... durch den Spaß an den Experimenten sehen: ‚Ja, ok, das könnte mich auch interessieren‘.“ (G, 29)*

*„Und halt nicht von vornherein denken: ‚Das kann ich nicht‘. Sondern dass sie halt merken, also ich kann das auch verstehen.“ (G, 169)*

Eine Studienorientierung ist, mit Verweis auf die Zielgruppe, ausdrücklich kein Ziel des Labors.

*„Also sie sind halt noch zu klein, um sich halt wirklich schon (.) konkret wir sie in Richtung ‚Ach, ich möchte an der TU studieren‘ drücken könnten [...].“ (G, 29)*

Zusammenfassend lassen sich die untersuchten Schülerlabore im Wesentlichen in zwei Gruppen nach ihren vorrangig verfolgten Zielen Studierendennachwuchs und Mädchenförderung unterteilen. Dies stellt Abbildung 1 dar. Zwischen diesen Gruppen gibt es Überschneidungen. Außerdem stellen weitere Ziele sich als unbedingte Zwischenziele dar. So wird für beide Ziele stets die Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit gegenüber Naturwissenschaft und Technik genannt. Eine Sonderstellung nimmt das Labor F ein. Hier stellt die Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit das wesentliche Ziel dar, ohne dass zugleich eine Mädchenförderung oder Förderung des Studierendennachwuchses angestrebt werden.

Die Mädchenförderung geht immer mit einem Abbau von Schwellenängsten und Vorbehalten gegenüber Naturwissenschaft und Technik einher, zumeist wird hier auch die Förderung des Fähigkeitsselbstkonzeptes angedeutet.

In zwei Interviews äußerten die Laborbetreibenden teilweise Zweifel an der Wirksamkeit ihres Angebots. Dies bezog sich auf den Einfluss des Labors hinsichtlich der Studienwahl der Mädchen und wurde mit dem singulären Charakter der Maßnahme und einem großen zeitlichen Abstand bis zur Studienwahl begründet. In zwei weiteren Interviews fielen teilweise Differenzen zwischen scheinbar auferlegten Zielen und persönlich intendierten Zielen des Labors auf.

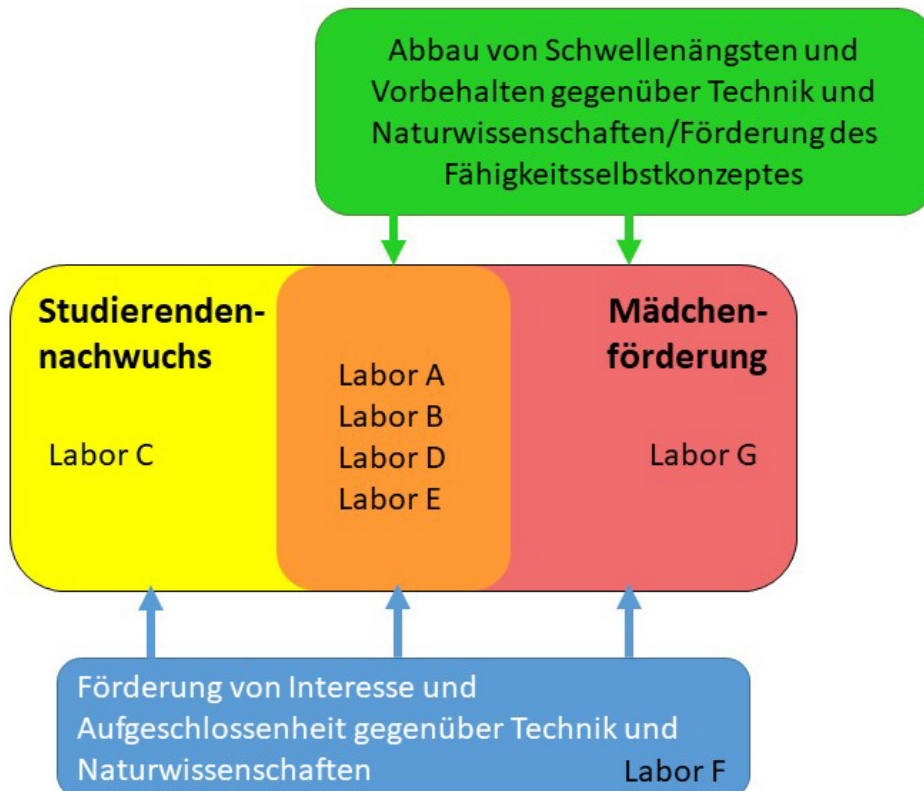


Abbildung 1: Wesentliche Ziele mit Zuordnung der Labore

### Mittel zur Zielerreichung

Die Laborbetreibenden wurden gefragt, wie sie die anvisierten Ziele erreichen wollen. Die Ergebnisse dieses Interviewteils werden nach Labor und teilweise nach Ziel untergliedert berichtet.

Beim **Labor A** steht das eigenständige Experimentieren, wie bei vielen anderen Schülerlaboren im Allgemeinen (siehe Kapitel 1.1), im Mittelpunkt. Hierbei werden die Workshopinhalte an das Vorwissen der Schülerinnen angepasst. Des Weiteren ist laut der Laborbetreibenden die Kontextorientierung und Authentizität Gestaltungsmerkmal des Labors, um das Interesse an Naturwissenschaften und einem naturwissenschaftlichen Studium zu fördern. So wird mit den Versuchen an dem Wissen aus der Schule angeknüpft und Anwendungs- sowie Lebensweltbezüge hergestellt.



*„[...] halt auch mit dem was sie in der Schule gelernt haben in Verbindung bringen. Also ganz oft ist es so: ‚Ah, ok. Ich wusste gar nicht, dass es einen praktischen Bezug zu der Realität hat, sondern ich dachte ich lern‘ das nur für die Schule.‘“ (A, 11)*

Durch authentische Versuche aus dem Grundstudium im Labor zeitgleich mit Studierenden erfolgt ein Einblick ins Studium.

*„Also quasi Versuche. Wir haben ja normal das Grundpraktikum an der TU und davon nehmen wir Versuche, die wir vereinfachen [...].“ (A, 28)*

*„[...] und wir experimentieren halt zeitgleich mit den Studenten so und das ist halt ganz cool, weil sie halt so sehen, wie das alles funktioniert und sehen halt, dass es eigentlich relativ entspannt ist und dass da auch ein paar Mädels sind.“ (A, 134)*

Die beiden Physikstudentinnen, die das Labor durchführen, wirken für die Mädchen im Workshop als Rollenmodelle und versuchen durch Erzählungen zum Studium, dessen Aufbau und ihren persönlichen Erfahrungen und Entscheidungsprozessen für dieses Studium, Schwellenängste abzubauen. Hierbei verschweigen sie aber auch Schwierigkeiten nicht, um möglichen Studienabbrüchen entgegenzuwirken.

*„Also ich weiß nicht, man muss da auch, also wir sagen auch schon ehrlich, dass es natürlich schwer ist, das Studium. Ich sag mal, Physik macht man nicht im Vorbeigehen, denke ich. Also, dass wir da auch ehrlich sind. Also es ist schon, man muss das schon wollen, definitiv. Aber wenn man das Interesse hat [...], dann schafft man es auch. Ich mein, die ein oder anderen Rückschläge hat man, das ist normal.“ (A, 139)*

Das Labor richtet sich nur an Mädchen. Das hat nach Aussage der Laborbetreibenden vor allem folgenden Grund: *„[...] , dass die Mädchen sich halt auch wohlfühlen, wenn sie nur unter sich sind, weil manchmal sind sie halt doch mit den Jungs, wenn sie denken, dass sie das besser können und so weiter, dann trauen die Mädchen sich wieder nicht.“ (A, 37)*

Derartige Aussagen finden sich in mehreren Laboren, die sich besonders an Mädchen richten. Hierauf wird weiter unten noch einmal Bezug genommen.

Das **Labor C** weist, auch wenn es sich um eine andere Naturwissenschaft handelt, ganz ähnliche Gestaltungsprinzipien auf, um das Interesse zu fördern. Auch hier stehen reale Experimente aus dem Chemiestudium in authentischer Umgebung, den Praktikumsräumen der Universität, im Mittelpunkt und bieten auf diese Weise einen unmittelbaren Studieneinblick. Außerdem wird durch eine Laborführung (C, Absatz 2) ein Einblick in die Forschung an der Universität vermittelt. Die Versuche zeigen, wo es möglich ist, einen hohen Alltagsbezug wie die *„Synthese und Charakterisierung eines Arzneimittelwirkstoffes, von Aspirin, den stellen wir selber her“ (C, 2)* oder es wird mit *„Milch und Gummibärchen“ (C, 72)* experimentiert. Durch Partnerarbeit und eine entspannte Atmosphäre möchte das Labor erreichen, dass sich die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler sozial eingebunden fühlen.

*„Indem wir spannende Sachen machen, motiviert sind. Nett, freundlich und kompetent hoffentlich rüberkommen. Und das in einer ganz netten Atmosphäre halt ablaufen lassen.“ (C, 24)*

Durch detaillierte Informationen zu verschiedenen Studiengängen in diesem Bereich und Berufsperspektiven soll das Studieninteresse gefördert werden. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf „ehrliche“ Informationen ohne Beschönigungen gelegt, um Studienabbrüchen entgegenzuwirken,

ähnlich wie im Labor LPG. Bei Bedarf können auch Materialien zur Studieninformation mitgenommen werden.

*„EHRlichkeit. Also wir sagen, was das Studium also tatsächlich (.), dass es ein sehr anspruchsvolles Studium ist und dass es eben nicht nach fünf Jahren zu Ende ist. Sondern die Promotion dazugehört z.B. Also eben maximal Ehrlichkeit, denn auch da. Wir versprechen also auch nicht, dass das hier das tollste Studium ist und man immer frei hat und ganz viel Party machen kann, sondern sagen schon, das ist hier ein Präsenzstudium und man ist meistens von 9-18 Uhr an der Uni.“ (C, 26)*

Auch im **Labor B** werden authentische Versuche mit klassischen und modernen Methoden in authentischer Umgebung durchgeführt. Auf diese Weise erfolgt ein Einblick in Studium und Forschung. Neben der Authentizität steht die Selbsttätigkeit im Vordergrund. Aus diesem Grund werden die Versuche nur mit kleinen Gruppen á 1-3 Mädchen durchgeführt. Ein anderer Grund ist eine gelockerte Atmosphäre im kleinen vertrauten Kreis, die es den Mädchen erlaubt, über ihre Vorstellungen vom Studium mit der Laborleiterin entspannt zu reden.

*„Auch, dann ist auch so, dann dieses, entspannte Atmosphäre, um darüber zu reden, was jeder so für Vorstellungen hat.“ (B, 21)*

*„Aber tendenziell, Schülerinnen kommen halt EHER hierher, weil sie wissen wollen, wie studiert man Chemie, wie ist das so. Und WENiger, weil sie jetzt: ‚Oh, das fühlt sich total toll an‘. Das auch, aber eher sozusagen das Interesse besteht, ich möchte eventuell Chemie studieren oder ich möchte Lebensmittelchemie studieren oder ich wollte mich mal informieren, so.“ (B, 51)*

Die Laborbetreiberin möchte den Mädchen als Rollenmodell und persönliche Ansprechpartnerin für das Studium zur Verfügung stehen und falsche Erwartungen ausräumen.

*„Ja man merkt schon, dass es halt eine Erleichterung für die Schüler ist, dass sie jemanden haben, der halt das studiert und halt wirklich ihnen ihre Fragen beantwortet und halt auch nicht nur (..) ähm (..) das ist eine TU Internetseite, die Informationen darbietet. Das hilft vielleicht auch einigen, aber die, die zu mir kommen, wollen halt eher so.“ (B, 55)*

*„Ist einfach ein unglaublicher Zeitaufwand. Und das man da so ‚n bisschen ähm drauf vorbereitet ist. Wenn man sich darüber informiert, ist es auf jeden Fall das Richtige, das zu studieren, es macht unglaublich Spaß, aber es ist anstrengend. Das man sozusagen so ‚n bisschen, ja das die Schülerinnen nicht mit falschen Erwartungen darangehen.“ (B, 25)*

Das **Labor D** beginnt den Workshop mit einem Theorieblock, um ein grundlegendes Verständnis für die anschließende praktische Tätigkeit sowie ein Kompetenzerleben hierbei zu erreichen.

*„Aber es ist eben auch wichtig, dass am Anfang auch ein Theorieblock für 1,5 Stunden mit den Kindern gemacht wird, damit die die Grundbegriffe Strom, Spannung und die grundsätzlichen Funktionen der Schaltung auch begreifen und nicht nur nach Plan löten und dann etwas mitnehmen, was sie gar nicht verstanden haben, wie es geht.“ (D, 6)*

Zur Förderung des Interesses an Naturwissenschaften und Technik setzen die Laborbetreibenden auf die Selbsttätigkeit der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler und das Mitnehmen der eigenen Produkte.

*„Ich glaube, die beste Methode, dass die selbst wirklich MACHEN und auch mitnehmen.“ (D, 132)*

*„Aber die Hoffnung ist eben, auch wenn sie was mitbekommen, dass sie zuhause Eltern oder Geschwistern oder Freund zeigen, ‚guck mal, das hab‘ ich gebaut‘. Vielleicht kommt ja dann: ‚Wie geht denn das? Und was ist denn das?‘ Und dann müssen sie selber auch noch ein bisschen was dazu sagen. Also das ist nochmal so eine Verfestigung einfach.“ (D, 138)*

Durch den Spaß am „praktisch(en) und möglichst eben selbstständig(en) Arbeiten“ (D, 131), den Stolz auf das eigene Produkt und auch Handouts zum Mitnehmen wird eine weitere Auseinandersetzung mit den Inhalten des Workshops und dadurch eine nachhaltige Interessenförderung angestrebt.

Um das Interesse zu wecken, können in manchen Workshops auch kleine Wettkämpfe durchgeführt werden.

*„[...] eben mit den LEGO-Mindstorms-Robotern programmiert, die kann man dann auch gegeneinander antreten lassen auf der Teststrecke dahinten.“ (D, 6)*

Zur Studienförderung vor allem der Mädchen und Abbau von Vorbehalten gegenüber einem Studium dienen die überwiegend weiblichen Mitarbeiter als Vorbilder.

*„[...] auch so ein bisschen hier so ein Vorleben und wir haben ja auch unsere Mädels also mehr Frauen als Tutoren als Jungs und das ist gerade so das Hinstellen und sagen: ‚Ja, ich hab‘ hier E-Technik studiert, obwohl ich damals gar nicht Physikleistungskurs hatte‘. Das HILFT und das nimmt denen gewisse Hemmungen, Vorurteile und das ist genauso wichtig dann wie das Inhaltliche.“ (D, 26)*

Der erwähnte Theorieblock dient neben dem Aufbau des Verständnisses auch einem realistischen Studieneinblick, um Studienabbrüchen entgegenzuwirken.

*„Die Theorie war zu lang. Aber das ist so und das ist auch wichtig. Und wir sind hier `ne Uni und wollen denen auch zeigen, wie es hier ist und nicht irgendwelche Traumbilder vorgaukeln, dass das hier alles nur Spaß und lustig ist, sondern wir wollen ja auch realistisches Interesse wecken. Nicht die Leute herlocken und dann nach einem Semester gehen die wieder.“ (D, 135)*

Das **Labor E** richtet sich nur an Mädchen. Um Vorbehalte gegenüber Technik abzubauen und das Fähigkeitsselbstkonzept zu fördern, sollen sich die Schülerinnen selbstständig ausprobieren. Auf diese Weise können sie sich als kompetent erleben.

*„Die sollen ja gerade lernen, auch mal wirklich alleine zu machen. [...] sich wirklich damit auseinander zu setzen. Und das sollen die ja in dem Workshop gerade probieren [...].“ (E, 90)*

*„Also die gehen danach raus und sagen dann: ‚Ey cool, ich kann das ja!‘ und so. Also das ist schon, man merkt, das macht was mit den Mädels.“ (E, 42)*

Hierfür wird bei vorhandenem Vorwissen das Niveau der Aufgaben erhöht: „die kriegen von uns schwerere Ideen“ (E, 14). Durch Urkunden, Postkarten u.a. soll der Workshop in Erinnerung bleiben, außerdem werden die Mädchen hiermit für ihre Teilnahme belohnt.

*„Ja und die Urkunden verteilen wir aber auch nach den Workshops, also jeder Workshop-teilnehmer kriegt halt auch ‘ne Urkunde und wenn wir Material haben, auch so ‘ne schöne Postkarte, die haben wir ja gerade neu gemacht. So als Erinnerung.“ (E, 70)*

Im **Labor F** wurde in zwei Interviews auf die Interessenförderung eingegangen. Im ersten Interview wird die Verständlichkeit bereits für junge Schülerinnen und Schüler durch die grafische Programmiersprache hervorgehoben. Außerdem ist nach Aussage der Mitarbeiterin LEGO vielen aus ihrem Alltag bekannt und ermöglicht so einen leichten Einstieg.

*„[...] das ist so ‘ne grafische Programmiersprache, die ist sehr KINDERfreundlich [...]“ (F1, 8)*

*„Ähm ja, und das versucht man halt mit Hilfe von LEGO-Robotern, weil das halt ‘nen netter Einstieg ist. Und diese Programmiersprache ist ja auch\* relativ simpel [...]“ (F1, 39)*

Zu diesem Zeitpunkt gibt es zwei Kursniveaus, für Anfänger und für Fortgeschrittene. Hierdurch wurde eine Herausforderung auch für Schülerinnen und Schüler höheren Alters oder mit mehr Vorwissen gewährleistet.

*„[...] kann man aber auch anspruchsvoll machen, wenn man jetzt Oberstufenschüler hat. Und, joa, dann kriegen die ‘n paar kleine Aufgaben oder auch größere, je nachdem, wie alt.“ (F1, 8)*

*„[...] verschiedene Schwierigkeitsstufen, weil es gibt halt Kinder, die kommen sehr, sehr oft. Und die brauchen dann ein bisschen schwierigere Sachen, das heißt, da gibt es dann auch Fortschrittkurse und ja noch ‘n paar andere Sachen. Wenn die eigene Ideen haben, dann dürfen sie das auch machen. Das ist dann ein bisschen freier, nicht so auf ‘Ihr MÜSST jetzt die AUFGabe bearbeiten‘ gerichtet.“ (F1, 11)*

Verständlichkeit und Herausforderung stellen Voraussetzungen für das Kompetenzerleben dar. In den Fortgeschrittenenkursen arbeiten die Teilnehmenden freier und erleben sich auf diese Weise selbstbestimmter. In einer Projektwoche wurden des Weiteren Spiele und Schülerpräsentationen durchgeführt und Arbeitsblätter verwendet, die letzteren beiden zur Dokumentation des Projektes.

Zum Zeitpunkt des zweiten Interviews gibt es keine Fortgeschrittenenkurse mehr. Auf die Schwierigkeit, eine Herausforderung für ältere Schüler zu gewährleisten, weist die Mitarbeiterin auch hin. Dennoch wird versucht, das Niveau anzupassen, in dem die Einführung in das Programmieren anders gestaltet wird.

*„Und für Ältere ist er zwar möglich, aber die würden sich dann vielleicht unterfordert fühlen.“ (F2, 13)*

*„[...] wenn man so merkt, ok, die Gruppe kann ‘ne ganze Menge aufnehmen, z.B. bei älteren Gruppen, trenn‘ ich das nicht, ne, so zwischen wenn ich denen das Programmieren zeige, dann zeige ich denen alles komplett, sofort. Und bei jüngeren Gruppen ist es so, dass ich denen erstmal so die Grundeinstellung für die erste Aufgabe auf dem Aufgabenblatt und dann lass ich die das erstmal programmieren und dann hol ich sie alle nochmal zurück und dann ‘Komm jetzt gucken wir uns das mal mit den Sensoren an‘.“ (F2, 82)*

Den Schülerinnen und Schülern Freiräume zu ermöglichen, damit diese sich ausprobieren können, aber sie hierbei optimal und individuell zu unterstützen, stellt den Schwerpunkt im zweiten Interview dar.

*„Grundanleitung, das Grundgerüst ist ja vorgegeben, aber was sie dann noch so ranbauen, können sie sich frei ausdenken und dann halt sich mit dem Programmieren ausprobieren, um mal einfach zu gucken, gefällt mir das, [...]“ (F2, 20)*

*„Zusätzlich ist es auch so, dass wir mit den Kindern immer in Interaktion sind, also, dass wir, wenn Probleme auftreten, dann mit den Kindern sprechen, woran könnte es liegen, um jetzt nicht so zu sagen, na ja da hast du einen Fehler gemacht, da hast du einen Fehler gemacht,*

*sondern wirklich zu gucken, ok, wo müssen wir jetzt ansetzen und was wäre deine Idee, um den Fehler zu beheben.“ (F2, 6)*

Auf dem Weg zum selbstständigen Programmieren ist der Mitarbeiterin eine verständliche Anweisung wichtig, mit der sie alle mitnimmt. Auf Beiträge und Fragen wird wertschätzend eingegangen.

*„[...] methodisch ist es so, dass wir schon versuchen, die Informationen, die wir rüber bringen wollen, so klein, also wirklich in kleine Einheiten zu verpacken. Ja und immer zu schauen und immer Rückfragen, habt ihr das jetzt verstanden? Habt ihr alle jetzt auf den Knopf gedrückt, ne? Das wir relativ früh merken, wo reißt jetzt einer ab, wo fällt jetzt einer durch's Raster?“ (F2, 28)*

Durch vielfältige Beispiele aus Technik und Alltag werden Bedeutung und Anwendungsbereiche von Robotern sowie auch Berufsbezüge verdeutlicht. Zugleich fesseln überraschende Videos die Aufmerksamkeit der Kinder.

*„Also in der Präsentation zeigen wir auch einige Videos, ähm, um halt irgendwie zu zeigen, warum Roboter in einigen Bereichen wichtig sind und zum Einsatz kommen.“ (F2, 26)*  
*„Vor allem die Videos von Atlas, die wir so zeigen, von Boston Dynamic, hat der eine auch gefragt: ‚Da gibt es doch jetzt auch so ein Video, da macht der so ein Backflip.‘ [...] ähm, was das halt was ist, was die Aufmerksamkeit der Kinder bringt. ‚Oh Gott, da macht jetzt ein Roboter ein Rückwärtssalto‘, ja.“ (F2, 28)*

Aus dem Interview lässt sich schließen, dass im Labor Methoden angewendet werden, durch welche sich die Kinder als selbstbestimmt und kompetent erleben können. Durch die individuelle Betreuung erfahren sie Unterstützung bei Problemen. Die Methoden scheinen geeignet, um das Interesse zu fördern. Jedoch weist die Mitarbeiterin auch auf Probleme hin.

*„Ähm, weil das Problem auch da ist, also es gibt halt Kinder, die kreativ sind und sich dann eigene Aufgaben überlegen, ne, also was könnte man jetzt machen, der Roboter könnte dies machen, jenes machen, sich da nochmal drehen. Aber bei den meisten Kindern ist es so, dass wir Aufgaben stellen müssen, [...]“ (F2, 14)*

Das Labor schafft es mit dieser Methode nicht, alle Schülertypen gleichermaßen anzusprechen, da einige Schülerinnen und Schüler nicht durch die Gelegenheit, eigenen Fragestellungen nachzugehen, motiviert werden.

Das **Labor G** versucht, das Interesse durch Experimente, die in Kleingruppen mit maximal 5 Teilnehmenden und je einem Mitarbeiter oder einer Mitarbeiterin durchgeführt werden, zu fördern. Zusätzlich erhalten die Schülerinnen und Schüler durch eine Laborführung einen Einblick in die Forschung an der Universität. Die Kleingruppen ermöglichen es den Mitarbeitenden, auf das Vorwissen und die Vorstellungen der Kinder individuell einzugehen. Ein Alltagsbezug wird teilweise hergestellt, ist aber nach eigener Aussage ausbaufähig. Während der Experimente erhalten die Kinder Freiräume zum freien Experimentieren. Diese Freiräume werden allerdings teilweise auch wieder eingeschränkt.

*„Und der Großteil ist, dass sie selbst quasi ‚Hand anlegen können‘ und mit den Sachen herumexperimentieren können. Schrägstrich ‚Spielen‘. Je nachdem, wie sehr das dann ausartet, sind wir dann eben entsprechend dabei, das entsprechend einzudämmen.“ (G, 147)*  
*„Und dann gibt's halt so Stationen, die haben eben so ‚nen kleinen Windkanal, da ist (...) also da verbieten wir im Prinzip das Spielen schon, weil das ja auch ein bisschen empfindlich ist,*

*aber dass man auch 'n bisschen sieht, was passiert und so weiter. Dass man mal 'n bisschen stellt, 'n bisschen abliest, 'n paar Messwerte nimmt und so weiter.“ (G, 149)*

Die Mitarbeitenden setzen Arbeitsblätter ein, damit die Kinder das Wissen dokumentieren und sich zuhause weiter mit dem Thema auseinandersetzen können. Allerdings wird von manchen Mitarbeitenden auch das Ausfüllen der Arbeitsblätter nicht den Kindern selbst überlassen.

*„[...] aber ICH mach es so, ich lass es nicht von denen alleine machen, sondern helfe eigentlich schon dabei so 'n bisschen.“ (G, 145)*

Außerdem enthalten die Arbeitsblätter Rätsel, was das Interesse der Kinder wecken soll. Neben den Arbeitsblättern dienen Give-aways wie Stifte und ein kleines Experiment der Nachhaltigkeit des Besuches. Das Labor richtet sich vorrangig an Mädchen und bietet für diese Experimente an. Sofern dennoch gemischte Gruppen kommen, trennt das Labor in geschlechtshomogene Kleingruppen, um *„durch diese Trennung [zu] unterbinden, dass die Mädchen sich nicht trauen“ (G, 169)*. Ein Vorleben durch Rollenmodelle wäre in diesem Labor zwar möglich, ist aber nach Aussage der Mitarbeitenden nicht nötig.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle Labore versuchen, eine entspannte Atmosphäre zu schaffen und durch Partner- oder Gruppenarbeit den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, sich sozial eingebunden zu fühlen. Einige Laborbetreibende und Mitarbeitende unterstützen das, in dem sie sich bemühen, eine individuelle Beziehung aufzubauen und sich als persönliche Ansprechpartner zur Verfügung zu stellen. Das Gefühl sozialer Eingebundenheit stellt ein Grundbedürfnis dar und kann somit auch als Grundlage für jedes intendierte Ziel gesehen werden. Des Weiteren stehen in allen Laboren Experimente bzw. praktische Tätigkeiten als Methode im Mittelpunkt. Diese werden je nach Labor eingesetzt, um einen authentischen Einblick ins Studium zu vermitteln oder um das Interesse zu fördern, aber auch, um durch die selbsttätige Auseinandersetzung Schwellenängste abzubauen und das Fähigkeitsselbstkonzept zu fördern. Des Weiteren fiel auf, dass in fünf (A, B, G, F1, E) von sechs Interviews, in denen eine Mädchenförderung als Ziel genannt wurde, geschlechtshomogene Lerngruppen als sinnvoll erachtet werden, da die Mädchen durch die Anwesenheit der Jungen gehemmt würden.

Um Nachwuchs für naturwissenschaftliche und technische Studiengänge zu gewinnen, wird zum einen ein authentischer Einblick in das Studium durch Versuche aus dem Studium in Praktikumssälen (A, B, C) gegeben. Zum anderen werden detaillierte Informationen zum Aufbau des Studiums und einzelnen Studiengängen mündlich (A, B, C) und auch als Informationsmaterial (C) gegeben. In den Laboren mit dem Ziel, insbesondere den weiblichen Studierendennachwuchs zu fördern, stehen weibliche Mitarbeiter als Vorbilder und persönliche Ansprechpartner zur Verfügung.

Auffallend ist, dass bei vielen Laboren die Studienorientierung mit dem Ziel einer Reduzierung von Studienabbrüchen einhergeht. Hierfür wird auf Schwierigkeiten des Studiums ausdrücklich hingewiesen, falsche Erwartungen ausgeräumt und persönliche Erfahrungen berichtet (A, B, C, D). Die Labore, die insbesondere bei den Mädchen Schwellenängste abbauen und das Fähigkeitsselbstkonzept fördern wollen, setzen auf die selbstständige Auseinandersetzung der Mädchen mit Technik (D, E) und eine maßvolle Unterstützung, die es den Schülerinnen erlaubt, sich selbst als kompetent zu erleben.

Im Hinblick auf die Interessenförderung wird die größte Methodenvielfalt genannt. Im Mittelpunkt steht, wie oben erwähnt, das Experiment (A, B, C, G) oder eine selbstständige praktische Tätigkeit (D, F, E). Sofern die Authentizität nicht durch die Experimente selbst und die Umgebung erkennbar ist, wird teilweise durch eine Laborführung ein authentischer Einblick in die Forschung an einer Universität vermittelt (G). Durch Anknüpfen an Wissen aus der Schule, Alltagsbezüge und Anwendungsbeispiele soll den Schülerinnen und Schülern das Verständnis erleichtert und die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik vermittelt werden. Einige Labore versuchen explizit, den Schülerinnen und Schülern Freiräume zum Ausprobieren zu geben (F, E, G). Erleben sich die Schülerinnen und Schüler auf diese Weise als selbstbestimmt, können sie sich auch als kompetent erleben. Um das Kompetenzerleben als eine Voraussetzung zur Interessenförderung zu begünstigen, passen die Labore ihre Inhalte und den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben dem Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an.

Schließlich werden, um das Interesse der Teilnehmenden zu wecken, in einigen Laboren auch Rätsel, Spiele und Wettbewerbe eingesetzt (G, D, E). Durch Arbeitsblätter und verschiedene Formen von Give-aways (D, G, E) sollen die Schülerinnen und Schüler angeregt werden, sich auch zuhause noch einmal mit den Inhalten des Labors auseinanderzusetzen. Give-aways und Urkunden oder Zertifikate (E) dienen auch als Belohnung. Abbildung 2 stellt die wesentlichen genannten Mittel zur Erreichung der anvisierten Ziele dar.

Die in den Interviews genannten Mittel scheinen theoretisch geeignet, das Interesse zu fördern. Es ergaben sich in den Interviews jedoch bereits einige Hinweise, welche Mittel zur Interessenförderung ausgebaut werden sollten. So sind Wahlmöglichkeiten und Handlungsspielräume der Schülerinnen und Schüler oft beispielweise aufgrund der Versuche mit empfindlichen Geräten oder Gefahrenstoffen eingeschränkt. Stellenweise kann hier jedoch verbessert werden. An anderer Stelle sprach der große Freiraum nicht alle Schüler und Schülerinnen an. Hier sollten Aufgaben für Schülerinnen und Schüler vorbereitet werden, die sich lieber an konkreten Fragestellungen orientieren. Auch die Schwierigkeit der richtigen Passung der Aufgaben wurde angesprochen. Damit die Schülerinnen und Schüler sich als kompetent erleben, muss eine Über- und Unterforderung vermieden werden. Teilweise wurde vermutet, dass sich ältere Teilnehmende unterfordert fühlen, hier sollten schwierigere Aufgaben erstellt werden. Auch die Kontextorientierung im Sinne von Alltagsbezug und Anwendungen wurde stellenweise als verbesserungswürdig erwähnt.

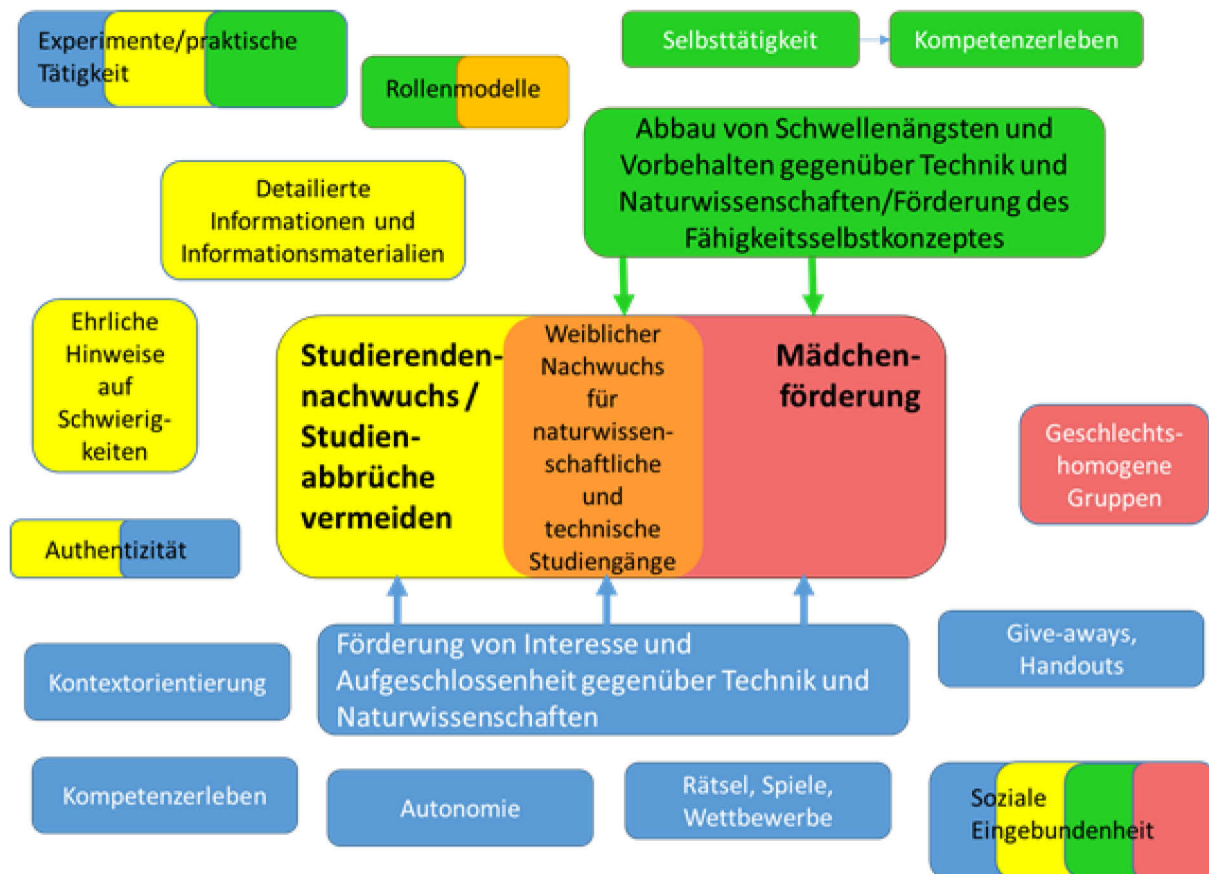


Abbildung 2 Gestaltungsmittel zu den Zielen

## Zusammenarbeit mit Lehrkräften

Wie in Kapitel 1.1.2 dargestellt, konnte in einigen Studien ein Einfluss der Unterrichtseinbindung auf die Wirksamkeit des Schülerlabors gezeigt werden. Da eine Unterrichtseinbindung eine Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften und Laborbetreibenden voraussetzt, wurden diese hierzu befragt. Die Ergebnisse aus den Interviews mit den Laborbetreibenden werden hier vorgestellt.

Das **Labor A** arbeitet nach eigener Aussage nicht mit Lehrkräften zusammen. Die Organisation der Teilnehmenden übernimmt der Techno-Club ([https://www.techno-club.tu-berlin.de/menue/der\\_techno\\_club/](https://www.techno-club.tu-berlin.de/menue/der_techno_club/)). Zwar bietet das Labor neben der AG auch einzelne Termine an, hier treten jedoch die Schülerinnen direkt oder deren Eltern mit den Mitarbeitenden in Kontakt.

Da das **Labor C** mit seinem Angebot Lehrkräfte unterstützen möchte und sich an Lehrkräfte mit ihren Klassen bzw. Kursen richtet, erfolgt hier im Gegensatz zum Labor A eine enge Zusammenarbeit mit den Lehrkräften. Die Workshops wurden teilweise auf Anfrage von Lehrkräften erstellt. Die Kontakte zu Schulen und Lehrkräften sind teilweise bereits alter Bestand, zugleich wachsen die Kontakte durch Mundpropaganda unter den Lehrkräften. So nehmen einige Schulen das Labor als Stammkunden regelmäßig war. Die erste Kontaktaufnahme der Lehrkräfte erfolgt zumeist per Email, hieran schließt sich ein Telefonat, in dem die gewünschten Themen und der zeitliche Umfang abgestimmt werden. Die



Inhalte und Länge des Workshops werden mit den Lehrkräften abgesprochen und auf deren Wünsche hin gestaltet.

*„Genau. Also erstmal das Thema und dann den zeitlichen Umfang und dann mach ich mir Gedanken, welche Experimente dazu vielleicht passen könnten aus unserem Portfolio und das wird dann wieder per Email fein abgestimmt. Das ich dann hinschreibe, wir könnten das und das machen. (.) Und manchmal kommen die Lehrer aber auch (vorbei?) und sagen, sie würden gerne zu einem Gespräch vorbeikommen und das persönlich im persönlichen Gespräch machen.“ (C, 40)*

Da die Angebote auf Anfrage der Lehrkräfte gestaltet werden und die Lehrkräfte nach Themen aus dem Lehrplan fragen, geht der Laborbetreiber davon aus, dass eine Unterrichtseinbindung erfolgt.

*„Sondern meistens auch die Frage, wir haben jetzt gerade das und das Thema, haben Sie dazu Versuche, können Sie dazu irgendwas machen? Das ist eher die (.). Insofern ist es häufig auch schon vorbereitet. (.) // Möchte ich schon behaupten.“ (C, 44)*

Der Laborbetreiber berichtet aus eigener Erfahrung, dass Themen, die wenig Lehrplanrelevanz besitzen, wenig nachgefragt werden.

Das **Labor B** richtet sich an Schülerinnen, die ohne Begleitung einer Lehrkraft das Angebot wahrnehmen. Aus diesem Grund beschränkt sich der Kontakt mit Schulen und Lehrkräften auf die Werbemaßnahmen für das Schülerlabor. Hierzu stellt die Mitarbeiterin das Angebot im Unterricht vor und verteilt Informationsmaterialien zum Labor.

Anfragen von Lehrkräften für ganze Klassen stellen Ausnahmen dar, so beispielsweise zu Studieninformationstagen. Hier beschränkt sich das Angebot auf eine Labor- bzw. Campusführung und Studienberatung. Da das reguläre Angebot von Schülerinnen außerhalb des Unterrichts wahrgenommen wird, erfolgt keine Unterrichtseinbindung.

Beim **Labor D** nehmen die Lehrkräfte üblicherweise über die Homepage des Labors Kontakt auf. Das Labor informiert auf der Homepage sowie über Flyer und auf Lehrerfortbildungen oder Tagungen über das Angebot. Neben der Anmeldung zu einem Workshop und einer kurzen Information, was mitzubringen ist, erfolgen für gewöhnlich keine weiteren Absprachen.

*„Meistens kommen die Schüler ohne Vorkenntnisse her und auch ohne, dass sie wissen, was in dem Projekt läuft.“ (D, 52)*

Dies macht laut Aussage der Mitarbeitenden keinen Unterschied im Workshop. Die Anmerkung, dass das Wissen aus der Schule bei den Schülerinnen und Schülern allerdings wenig präsent ist, lässt jedoch eine Vorbereitung sinnvoll erscheinen.

*„E-Technik kommt in Physik so 'n bisschen vor. Elektrizitätslehre. Und man kriegt Strom, Spannung und das, was hier an der Tafel ist, so ein bisschen Reihenschaltung, Parallelschaltung, das sollte irgendwie schon mal dran gewesen sein. Gerät aber dann auch schnell wieder in Vergessenheit, sobald es dran gewesen war. Und auch heute, die Zehntklässler, die da waren, denen musste man das so ein bisschen aus der Nase ziehen. Wie hier, von 15 Leuten einer wusste es. ((lachen)) War nicht so dolle.“ (D, 28)*

In Ausnahmen auf Wunsch der Lehrkräfte und zumeist bei Lehrkräften, die bereits das Labor kennen, erfolgt eine Absprache, welche Voraussetzungen die Schülerinnen und Schüler mitbringen sollten, so dass hier davon auszugehen ist, dass eine Vorbereitung im Unterricht erfolgt.

Die Nachbereitung im Unterricht wird von den Laborbetreibenden als wichtig erachtet, jedoch sagen nur wenige Lehrkräfte, dass sie den Workshop nachbereiten wollen und fragen direkt nach Materialien. Eine Handreichung für die Lehrkräfte als Anregung für eine Nachbereitung im Unterricht ist nach Aussage der Mitarbeitenden wünschenswert, jedoch aus Zeitmangel noch nicht erarbeitet.

*„Wär‘ natürlich schön, wenn man irgendwie noch so ein Art Arbeitsblatt hat, das man den Lehrern mitgeben kann. Dass man mal wiederholt, was wir gemacht haben. Oder was irgendwie Anwendungsmöglichkeiten, wenn jetzt alle so ein Farb- so ein LED mitnehmen, wie sie dann mischen können. Was kann man damit machen. Was können die im Unterricht weiter damit machen. Das wär‘ natürlich schön, wenn man sowas in einer Handreichung für die Lehrer hätte. Aber das auch noch zu machen, wir haben so viel andere Baustellen, wo wir gerade nicht zurande kommen. Aber das wäre natürlich schön, wenn man irgendwie sowas hat.“ (D, 118)*

Eine Ausnahme stellt ein Projekt des Labors dar, welches während des regulären Physikunterrichts und an seiner statt durchgeführt wurde. Hier erfolgte eine direkte Unterrichtseinbindung in die laufende Unterrichtsreihe.

*„Das war die [Name der Schule] hier am [Ort] und die wollten eben immer in ihren Physikstunden kommen. Und das haben wir 5 Wochen hintereinander gemacht. Die sind dann immer montags um 8 hier angekommen.“ (D, 12)*

Das **Labor E** bietet eine wöchentliche AG an einer Schule an und Workshops für Klassen mit begleitenden Lehrkräften. Die Zusammenarbeit mit den Schulen ist nach Aussage der Laborbetreibenden stark vom Engagement einzelner Lehrkräfte abhängig. Eine Lehrkraft als direkten Ansprechpartner erweist sich als günstig, ähnliches wurde auch im Labor B berichtet. Die Kontakte zu Lehrkräften entstehen durch das Anschreiben von Schulen und Verteilen von Flyern auf Veranstaltungen wie die Lange Nacht der Wissenschaften, um das Labor bekannt zu machen. Andererseits ist das Labor auch im Portal Schule Plus zu finden. Anfragen entstehen außerdem durch Weitersagen der Lehrkräfte und durch Schülerinnen, die den Workshop als Ferienveranstaltung besucht haben. Da sich das Angebot vorrangig an Mädchen richtet, sind diese oft aus mehreren Klassen. Hier stellt sich von vorherein das Problem einer Unterrichtseinbindung. Des Weiteren ist der Inhalt des Workshops nicht lehrplanrelevant. Eine Unterrichtseinbindung wird auch nach Erfahrung der Laborbetreibenden nicht durchgeführt und ist ihrer Meinung nach auch nicht wichtig.

*„[...] also vorbereitet würde ich eher sagen NICHT, aber es ist an sich auch nicht schlimm, davon gehen wir auch überhaupt nicht aus. Also die können wirklich einfach kommen. Wer schon mal mit LEGO gebaut hat, der versteht die Anleitung vielleicht schneller, aber an sich brauchen die auch wirklich Null Vorkenntnisse.“ (E, 85)*

*„Und Nachbereitung ist wahrscheinlich individuell. Ich befürchte aber eher, dass es nicht so groß nachbereitet wird. [...] Das ist dann, glaub ich, auch wieder schwierig, die danach nochmal zusammen zu kriegen. Irgendwie. Aber es ist eigentlich find ich (.). JA im Prinzip auch nicht so schlimm, weil es hier ja schon so ne relativ abgeschlossene Einheit ist.“ (E, 85)*

Die Meinung überrascht, weil im selben Interview Zweifel an der Nachhaltigkeit des Workshops aufgrund des singulären Charakters beschrieben wurden (siehe oben). Des Weiteren überrascht, dass, obwohl sich das Labor an Lehrkräfte mit ihren Schülerinnen richtet, die Lehrkräfte im Workshop oft gar nicht anwesend sind. Teilweise wird Ihre Anwesenheit aber auch als störend empfunden, wenn der Workshop dadurch beeinflusst wird.

*„Viele gehen, also in den letzten Workshops kann ich mich dran erinnern, sind viele der Lehrer rausgegangen oder saßen dann nur daneben und haben irgendwas anderes gemacht. Ähm, das hat die quasi gar nicht so richtig interessiert.“ (E, 96)*

*„Ja, wobei ich mich an einen Lehrer erinnern kann, der war so, ich sag jetzt mal übereifrig. Das hatte auch dann eigentlich ein Problem zur Folge. Der hat dann die Mädchen, ohne dass die gefragt haben oder wirklich Hilfe brauchten, hat er ihnen geholfen. [...] Und der hat dann halt die ganze Zeit geholfen und im Prinzip war's dann sogar so, dass der denen was FALSCHES gezeigt hat, was dann eben am Ende schwer korrigierbar war.“ (E, 90-91)*

Der Kontakt mit den Lehrkräften beschränkt sich im **Labor F** laut erstem Interview auf die Anfragen über ein Kontaktformular und Terminabstimmung via Email. Das Angebot des Labors wird auf einer Internetseite und über das Schulbüro bekannt gemacht. Nach Aussage der Mitarbeiterin im ersten Interview sind die meisten Lehrkräfte, die das Angebot mit ihrer Klasse wahrnehmen, Stammgäste, die jedes Jahr wiederkommen. Eine Unterrichtseinbindung erfolgt nach ihrem Wissen nicht, zumal eine Nachbereitung ohne die entsprechende Software auch nicht möglich wäre.

Auch im zweiten Interview wird berichtet, dass die Kontaktaufnahme der Lehrkräfte über Email erfolgt. Das Angebot wird neben der Internetseite nun auch über Flyer bekannt gemacht, zumeist erfahren die Lehrkräfte jedoch von anderen Lehrkräften oder auch von Eltern von dem Workshop. Einen Großteil der Nutzer des Angebots scheinen nun neben Lehrkräften Berufsorientierungszentren darzustellen. Erfolgt die Organisation des Workshops über ein Berufsorientierungszentrum, wissen die Laborbetreibenden oft noch nicht einmal, von welcher Schule die Schülerinnen und Schüler kommen, eine Unterrichtseinbindung ist in diesem Fall ausgeschlossen. Auch wenn der Workshop von einer Lehrkraft angefragt wird, erfolgen Informationen zu Ablauf und Terminen und gegebenenfalls zu Kooperationen mit einem anderen Labor<sup>29</sup> ausschließlich per Email. Ob eine Unterrichtseinbindung erfolgt, weiß die Mitarbeiterin nicht. Vorkenntnisse werden allerdings selten erfragt und sind nach Aussage der Mitarbeiterin auch nicht nötig. Eine Nachbereitung wird zumindest bei Lehrkräften, die das Labor mit ihren Informatikkursen besuchen, vermutet.

*„Sehr oft sind es Lehrer, die sich bei uns melden, von zum Beispiel Informatikklassen, ja also wo die Schüler dann ähm, wo gerade so ein Projekttag irgendwie ansteht oder so ein Wandertag ansteht und die halt so eine AG haben und das dann irgendwie gerne mit kombinieren möchten. Ich denke schon, dass die dann auch zum Schluss nochmal darüber sprechen, aber genau weiß ich nicht, wie die das vor- oder nachbereiten. Manchmal wird bei*

---

<sup>29</sup> Übersteigt die Klassengröße die geeignete Gruppengröße für den Workshop, wird die Klasse aufgeteilt. Ein Teil erhält einen ähnlichen Workshop in einem anderen Labor. Die Inhalte und die verwendete Soft- und Hardware sind jedoch nicht identisch. Auch in diesem Fall erscheint eine Unterrichtseinbindung schwierig.

*uns angefragt, welches Programm wir benutzen, aber sehr, sehr selten, also es wird halt größtenteils angefragt, welche Programmierkenntnisse notwendig sind, um an dem Workshop teilzunehmen.“ (F2, 42)*

Das **Labor G** wird von Lehrkräften über die Internetseite angeschrieben. Viele Lehrkräfte erfahren durch andere Lehrkräfte oder Eltern vom Labor. Das Labor hat auch Schulen angeschrieben, um über das Angebot zu informieren, die Resonanz war hier jedoch gering. Die Laborbetreibenden informieren die besuchenden Lehrkräfte vorab über die Inhalte des Angebots, eine Unterrichtseinbindung erfolgt jedoch ihres Wissens nicht. Dennoch werden im Interview konkrete Beispiele für Nachbereitungsformen benannt.

*„Also die sollten die [...] //Stationen// dokumentieren intern und dann nochmal für die Jungs quasi aufbereiten.“ (G, 67-70)*

*„Und der Lehrer, der ähm jetzt nächste Woche wiederkommt, der hat auch einen Bericht schreiben lassen. [...] Also die haben dann wirklich auch auf ihrer Homepage mit Bildern und was sie so gemacht haben (.) das dokumentiert.“ (G, 75)*

Eine Unterrichtseinbindung erscheint den Laborbetreibenden nicht relevant, da die Inhalte des Labors für diese Zielgruppe keine Lehrplanrelevanz besitzt. Eine Vorbereitung wird sogar als einschränkend empfunden.

*„Aber die Vorbereitung – also ich finde es eigentlich ganz gut, wenn die nicht schon geprägt kommen, weil sie dann halt schon in bestimmte Richtungen denken. Und so sind sie halt schon [...] offener und experimentierfreudiger auch mal darüber hinaus zu denken.“ (G, 26)*

Eine Nachbereitung wird hingegen doch als sinnvoll eingeschätzt. Die Arbeitsblätter sollen hierfür den Lehrkräften als auch den Schülerinnen und Schülern Möglichkeit geben, sich noch einmal mit den Inhalten auseinanderzusetzen.

Zusammenfassend erfolgt die Absprache der Labore mit den Lehrkräften zumeist über Email und bleibt auf Terminvereinbarung und mitunter wenige Informationen zum Inhalt des Labors beschränkt. Enge Absprachen zum Inhalt und der Länge des Angebotes, welches auf die Bedürfnisse der Lehrkräfte zugeschnitten wird, erfolgt nur in einem Labor (C). Die anderen Labore bieten ein festes Programm, welches nur in Teilen an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler angepasst wird. Eine Unterrichtseinbindung erfolgt in den wenigsten Fällen, teilweise wird dies mit der geringen Lehrplanrelevanz des Angebots begründet. Eine Unterrichtsvorbereitung wird teilweise als unnötig oder sogar als ungünstig (G) beschrieben. Eine Nachbereitung wird hingegen in einigen Laboren als sinnvoll erachtet, die verwendeten Arbeitsblätter sollen hierfür bereits eine Anregung darstellen (D, G). Im Einzelfall wird auch die Absicht geäußert, die Materialien zur Nachbereitung auszubauen (D). Nur in einem Labor wird davon ausgegangen, dass eine Unterrichtseinbindung stattfindet, da das Angebot an die Themen des Unterrichts angepasst wird (C).

## Anhang B: Kategoriensystem Laborbetreibende (Auszug)

1 Kontakt/Zusammenarbeit mit Lehrkräften
1.1 Anwesenheit Lehrkraft im Workshop
1.2 Rückmeldungen der Lehrkräfte
1.3 Engagement einzelner Lehrkräfte
1.4 Absprachen zu Voraussetzungen der Schüler*innen
1.5 Projekt als Unterricht
1.6 Lehrplanrelevanz
1.7 Unterstützung der Lehrkräfte
1.8 Absprachen zu Inhalt und Länge
1.9 Unterrichtseinbindung
2 Methoden
2.1 für Abbau von Schwellenängsten und Vorbehalten
2.2 für Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit
2.2.1 Experimente
2.2.2 "Anstecken" - inhaltliches Interesse beim Lehrenden
2.2.3 Instruktionsqualität
2.2.4 basic needs
2.2.4.1 Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit oder Zugehörigkeit
2.2.4.2 Bedürfnis nach Autonomie oder Selbstbestimmung
2.2.4.3 Bedürfnis nach Kompetenz oder Wirksamkeit
2.2.4.3.1 angepasste Aufgabenstellung/Erklärungen
2.2.5 epistemisches Interesse
2.2.5.1 Zertifikat, Urkunde, Zeugnisbemerkung
2.2.5.2 Handouts
2.2.5.3 Give-Aways
2.2.6 wertbezogenes Interesse
2.2.6.1 Anbindung an Kontexte
2.2.6.2 Authentizität
2.2.7 emotionales Interesse
2.2.8 Eigenaktivität
2.2.9 catch-Faktoren
2.3 für Mädchenförderung
2.3.1 Geschlechtertrennung
2.3.2 Rollenmodelle
2.4 für Studierendennachwuchs

3 Ziel
3.1 Zweifel an Wirksamkeit
3.2 lehrerbezogen
3.3 Studien- und Berufsorientierung
3.3.1 Studieninformation
3.3.2 Studierende gewinnen
3.3.3 Studienabbruchquoten senken
3.3.4 für die eigene Institution werben
3.3.5 Berufsbild
3.4 Breiten- bzw. Spitzenförderung
3.5 Mädchenförderung
3.6 weitere Kompetenzen
3.7 Wissensvermittlung
3.8 Vermittlung adäquater Ansichten über Naturwissenschaften/Technik
3.9 Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen
3.10 Abbau von Schwellenängsten und Vorbehalten gegenüber Naturwissenschaften/Technik
3.10.1 Fähigkeitsselbstkonzept
3.11 Vermittlung der Bedeutung von Naturwissenschaften und Technik für Gesellschaft
3.12 Interesse und Aufgeschlossenheit fördern
3.12.1 selbstständige Auseinandersetzung
4 Angebot
5 Optimierung
6 subjektive Geschlechtertheorien

## Anhang C: Leitfäden

### Leitfaden für die Interviews mit den Laborbetreibenden und Mitarbeitenden

Thema	Leitfrage (Erzählaufforderung)	Aufrechterhaltungs- und Steuerungsfragen
Teil I Einstiegsfrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Angebote gibt es in Ihrem Schülerlabor?</li> <li>• Welche Zielgruppen sprechen Sie an?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil II Ziele der Angebote	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was möchten Sie mit Ihren Angeboten erreichen?</li> <li>• Gibt es konkrete Ziele? Welche?</li> <li>• Wie versuchen Sie, diese Ziele zu erreichen?</li> <li>• Gibt es bestimmte Gestaltungsmittel oder Methoden, die Sie einsetzen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil III Zusammenarbeit mit Lehrkräften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie ist der Kontakt und die Zusammenarbeit mit den Schulen und Lehrkräften?</li> <li>• Wie sieht die Zusammenarbeit mit den Lehrkräften aus?</li> <li>• Inwiefern wird der Laborbesuch im Unterricht vor- und nachbereitet?</li> <li>• In welcher Form erhalten Sie Rückmeldungen von den Lehrkräften?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil IV Optimierungspotential	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo sehen Sie Optimierungspotential/ -bedarf Ihres Labors/Angebotes?</li> <li>• Gibt es etwas, das Ihrer Meinung nach verbessert werden könnte oder sollte? Wenn ja, was wäre das?</li> <li>• In welcher Weise wird das Angebot evaluiert?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>

## Leitfaden für die Interviews mit den begleitenden Lehrkräften

Thema	Leitfrage (Erzählaufforderung)	Aufrechterhaltungs- und Steuerungsfragen
Teil I Einstiegsfrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie sind Sie auf dieses außerschulische Lernangebot/Schülerlabor aufmerksam geworden?</li> <li>• Waren Sie bereits in einem Schülerlabor? An der TU Berlin? Welche haben Sie bereits besucht?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil II Erwartungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was sind Ihre Erwartungen an den Schülerlaborbesuch?</li> <li>• Wie begründet sich Ihre Motivation für den Besuch dieses außerschulischen Lernangebotes?</li> <li>• Was möchten Sie damit erreichen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil III Zusammenarbeit mit den Schülerlaboren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie ist der Kontakt und die Zusammenarbeit mit dem Schülerlabor/ mit den Mitarbeitenden?</li> <li>• Wie sieht die Zusammenarbeit aus?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil IV Unterrichtseinbindung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inwiefern erfolgt eine Unterrichteinbindung?</li> <li>• Auf welche Weise haben Sie Ihre Schüler auf den Laborbesuch vorbereitet?</li> <li>• Wird es eine Nachbereitung des Schülerlaborbesuchs im Unterricht geben? Wie wird diese aussehen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
Teil V Optimierungspotential	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo sehen Sie Optimierungspotential/ -bedarf?</li> <li>• Gibt es etwas, das Ihrer Meinung nach verbessert werden könnte oder sollte? Wenn ja, was wäre das?</li> <li>• In welcher Form geben Sie den Mitarbeitenden Rückmeldung?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>• Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>• Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>



## Leitfaden für die Interviews mit den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern

Thema	Leitfrage (Erzählaufforderung)	Aufrechterhaltungs- und Steuerungsfragen
VORHER Einstiegsfrage (nur, wenn das Labor als Ferienangebot besucht wird)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie bist du/ seid ihr auf das Schülerlabor aufmerksam geworden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>Kannst du/könnt ihr dazu noch mehr erzählen?</li> <li>Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
VORHER Erwartungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erzähl doch mal, mit welchen Erwartungen bist du/ seid ihr hierhergekommen?</li> <li>Worauf hast du dich/ habt ihr euch besonders gefreut?</li> <li>Was willst du /wollt ihr unbedingt machen?</li> <li>Worauf hast du/ habt ihr gar keine Lust?</li> <li>Gibt es etwas, was du/ ihr auf keinen Fall machen willst/ wollt?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>Kannst du/könnt ihr dazu noch mehr erzählen?</li> <li>Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
VORHER Unterrichtseinbindung (nur, wenn das Labor im Rahmen eines Schulausflugs besucht wird)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie wurdest du/ wurdet ihr auf den Laborbesuch vorbereitet?</li> <li>Viel Spaß beim Laborbesuch. Hinterher würde ich dir gerne noch einmal ein paar kurze Fragen zu deinem Laborbesuch stellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>Kannst du/könnt ihr dazu noch mehr erzählen?</li> <li>Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
NACHHER Erwartungserfüllung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erzähl doch mal, wie hat dir/ euch der Laborbesuch heute gefallen?</li> <li>Welche deiner/ eurer Erwartungen haben sich erfüllt?</li> <li>Was hat dir/ euch gefehlt?</li> <li>Was hat dir/ euch am besten gefallen?</li> <li>Was hat dir nicht gefallen?</li> <li>Was hast du heute gelernt?</li> <li>Was ist dir in Erinnerung geblieben?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>Kannst du/könnt ihr dazu noch mehr erzählen?</li> <li>Wie ging das weiter?</li> <li>Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
NACHHER Unterrichtseinbindung (nur, wenn das Labor im Rahmen eines Schulausflugs besucht wird)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hast du dich/ habt ihr euch durch den Unterricht ausreichend auf den Laborbesuch vorbereitet gefühlt? Warum?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>Kannst du/könnt ihr dazu noch mehr erzählen?</li> <li>Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>
NACHHER Optimierungspotential	<ul style="list-style-type: none"> <li>Was könnte man noch anders oder besser machen?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nonverbale Aufrechterhaltung</li> <li>Können Sie dazu noch mehr erzählen?</li> <li>Dazu würde ich gern mehr wissen...</li> </ul>

## Anhang D: Skalendokumentation

Neben der Stichprobengröße  $N$  und dem Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs  $\alpha$  als Maß für die interne Konsistenz der Skala sind für die einzelnen Items der Trennschärfekoeffizient  $r_{it}$  und unter  $a$  das resultierende Cronbachs  $\alpha$  aufgeführt, welches sich ergibt, wenn dieses Item weggelassen wird. Allgemein gelten Trennschärfekoeffizient  $r_{it}$  zwischen .4 und .8 sowie Cronbachs  $\alpha$  über .7 als gut. Es wurde weitgehend auf vorhandene Skalen zurückgegriffen.<sup>30</sup> Hier wurden teilweise Items umformuliert (\*), gekürzt oder ergänzt (\*\*). Kursiv gedruckte Items sind neu.

Individuelles Interesse an Naturwissenschaften		T1		T2		T3	
Stichprobengröße N		495		490		359	
Cronbachs $\alpha$		.771		.752		.814	
		$r_{it}$	a	$r_{it}$	a	$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlabel						
slnt_1	Naturwissenschaften machen mir Spaß. (*)	.635	.699	.636	.665	.693	.752
slnt_2	Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	.612	.704	.633	.664	.708	.745
slnt_3_rc	Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen_umgepolt	.542	.729	.341	.770	.514	.805
slnt_4_rc	In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über Naturwissenschaften nachzudenken_umgepolt (*)	.549	.726	.554	.695	.658	.761
slnt_5	Naturwissenschaftliche Sendungen/Artikel finde ich interessant. (*)	.387	.780	.443	.734	.457	.817
Wert	Wertelables						
1	Stimmt gar nicht						
2							
3							
4	Stimmt völlig						
Literatur	Pawek, 2009 (gekürzt)						

<sup>30</sup> Die Skalen wurden weitgehend in Anlehnung an Pawek (2009) formuliert. Die Skalen in der Studie von Pawek (2009) sind stellen eine Weiterentwicklung der Skalen aus der Studie von Engeln (2004) dar, welche sich bei der Entwicklung der Skalen zum Sachinteresse, zum Selbstkonzept und zur Qualität der Zusammenarbeit auf Studien von Köller, Baumert und Schnabel (2000) sowie Fraser, McRobbie und Giddings (1993) bezog.

Individuelles Interesse am Experimentieren		T1		T2		T3	
Stichprobengröße N		519		506		360	
Cronbachs $\alpha$		.676		.665		.708	
		$r_{it}$	a	$r_{it}$	a	$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable						
Exp_1	Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit vergeht. (*)	.506	.562	.564	.444	.604	.515
Exp_2_rc	Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß_umgepolt	.499	.599	.405	.658	.485	.681
Exp_3	Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, meine Freizeit dafür zu verwenden.(*)	.497	.577	.479	.574	.524	.624
Wert	Wertelables						
1	Stimmt gar nicht						
2							
3							
4	Stimmt völlig						
Literatur	Pawek, 2009						

MINT-Fähigkeitsselbstkonzept		T1		T2		T3	
Stichprobengröße N		497		482		336	
Cronbachs $\alpha$		.864		.858		.878	
		$r_{it}$	a	$r_{it}$	a	$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable						
FSK_1_rc	Mich würden Naturwissenschaften/Technik bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre_umgepolt	.505	.870	.514	.859	.559	.880
FSK_2_rc	Obwohl ich mir Mühe gebe, fällt es mir schwer naturwissenschaftliche/technische Zusammenhänge zu verstehen_umgepolt (*)	.730	.827	.709	.822	.777	.842
FSK_3_rc	Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften/Technik habe ich einfach keine Begabung_umgepolt	.746	.826	.697	.825	.753	.846
FSK_4_rc	Bei manchen Sachen in Naturwissenschaften/Technik, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: "Das verstehe ich nie"_umgepolt	.589	.854	.691	.825	.649	.863
FSK_5	Das Lernen von Naturwissenschaften/Technik fällt mir leicht.	.722	.831	.608	.841	.666	.860
FSK_6rc	Naturwissenschaften/Technik liegen mir nicht besonders_umgepolt (*)	.690	.835	.675	.829	.718	.851

Wert	Wertelables						
1	Stimmt gar nicht						
2							
3							
4	Stimmt völlig						
Literatur	Pawek, 2009 (gekürzt)						

Laborvariable		T1	T2	T3
Stichprobengröße N			524	
Cronbachs $\alpha$			.705	
	<b>Alltagsbezug</b>		$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable			
<b>Alltag_1</b>	<b>Ich habe heute einen Zusammenhang zwischen Forschung und meinem Alltag erkannt.(*)</b>		.514	.624
<b>Alltag_2</b>	<b>Nach dem Besuch im Schülerlabor kann ich mir Phänomene aus meinem Alltag erklären.(*)</b>		.573	.549
<b>Alltag_3</b>	<b>Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unsere Gesellschaft gelernt.</b>		.480	.665
Wert	Wertelables			
1	Stimmt gar nicht			
2				
3				
4	Stimmt völlig			
Literatur	Pawek, 2009 (gekürzt)			

Laborvariable		T1	T2	T3
Stichprobengröße N			524	
Cronbachs $\alpha$			.447	
	<b>Zusammenarbeit</b>		$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable			
<b>ZuA_1</b>	<b>Ich habe im Schülerlabor gut mit meinen Mitschülern/innen im Team zusammengearbeitet.(*)</b>		,273	,360
<b>ZuA_2</b>	<b>Ich habe heute meinen Mitschülern/innen etwas erklärt oder mir ist von ihnen etwas erklärt worden.(*)</b>		,301	,299
<b>ZuA_3</b>	<b>Ich habe während des Schülerlabors mit meinen Mitschülern/innen über naturwissenschaftliche Sachverhalte diskutiert.(*)</b>		,256	,381
Wert	Wertelables			
1	Stimmt gar nicht			

2							
3							
4	Stimmt völlig						
Literatur	Pawek, 2009						
Bemerkung	Die Skala wurde aufgrund der geringen Reliabilität verworfen.						

Laborvariable		T1	T2	T3
Stichprobengröße N			527	
Cronbachs $\alpha$			.750	
	<b>Autonomie</b>		$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable			
<b>Auto_1rc</b>	<b>Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen im Schülerlabor umzusetzen_umgepolt</b>		.598	.642
<b>Auto_2rc</b>	<b>Mir fehlte die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln_umgepolt</b>		.595	.649
<b>Auto_3rc</b>	<b>Ich konnte zu wenig selbst bestimmen_umgepolt</b>		.547	.702
Wert	Wertelables			
1	Stimmt gar nicht			
2				
3				
4	Stimmt völlig			
Literatur	Glowinski, 2007			

Laborvariable		T1	T2	T3
Stichprobengröße N			519	
Cronbachs $\alpha$			.798	
	<b>Authentizität</b>		$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable			
<b>Auth_1</b>	<b>Ich habe heute einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftler/innen bekommen.</b>		.615	.746
<b>Auth_2</b>	<b>Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.</b>		.634	.738
<b>Auth_3</b>	<b>Ich habe heute einen Einblick in den Alltag von Studierenden an der TU Berlin bekommen.</b>		.560	.773
<b>Auth_4</b>	<b>Ich habe heute etwas über die Forschungsarbeit der TU Berlin gelernt.(*)</b>		.636	.735
Wert	Wertelables			
1	Stimmt gar nicht			
2				
3				
4	Stimmt völlig			

Literatur	Pawek, 2009						
-----------	-------------	--	--	--	--	--	--



Laborvariable		T1	T2		T3	
Stichprobengröße N			509			
Cronbachs $\alpha$			.790			
Instruktionsqualität			$r_{it}$	a		
Variablenname	Varablenlable					
Betreu_1	Die Betreuer/innen sind auf meine Fragen gut eingegangen. <sup>1</sup> (*)		.609	.733		
Betreu_2	Die Betreuer/innen im Schülerlabor haben ausreichend Hilfestellung gegeben. <sup>1</sup> (*)		.660	.708		
Betreu_3	Mir wurde von den Betreuer/innen genug erklärt, um die Experimente/Aufgaben erfolgreich durchzuführen.		.622	.725		
Betreu_4	Ich habe die Arbeitsanleitungen gut verstanden. <sup>2</sup> (*)		.508	.780		
Wert	Wertelables					
1	Stimmt gar nicht					
2						
3						
4	Stimmt völlig					
Literatur	Glowinski, 2007 (Instruktionsqualität) <sup>1</sup> , Pawek, 2009 (Verständlichkeit) <sup>2</sup> ,					

Unterrichtseinbindung		T1	T2		T3		
Stichprobengröße N			297				
Cronbachs $\alpha$			.605				
		$r_{it}$	a	$r_{it}$	a	$r_{it}$	a
Variablenname	Varablenlable						
Vorb_1	Wir haben im Unterricht über das Schülerlabor gesprochen (z.B. welche Experimente/Aufgaben wir machen werden).	.442	.464				
Wert	Wertelables						
0	Trifft nicht zu						
1	Sehr wenig						
2	wenig						
3	viel						
4	Sehr viel						
Vorb2_2	Ich wurde im Unterricht ausreichend auf den heutigen Besuch und die durchgeführten Experimente/Aufgaben vorbereitet.			.473	.414		
Wert	Wertelables						

1	Stimmt gar nicht						
2	Stimmt eher nicht						
3	Stimmt etwas						
4	Stimmt völlig						
<b>Nachb_1</b>	<b>Wie ausführlich habt ihr nach dem Besuch im Schülerlabor im Unterricht über das Labor gesprochen (z.B. die Experimente/Aufgaben die ihr gemacht habt)? Wenn du das Schülerlabor nicht im Rahmen eines Schulausfluges, sondern in deiner Freizeit besucht hast, kreuze bitte „Keine Angabe“ an.</b>					.338	.606
Wert	Wertelables						
0	Keine Angabe						
1	Gar nicht						
2	Wenig						
3	Viel						
4	Sehr ausführlich						
Literatur	<b>Pawek, 2009 (gekürzt)</b>						

## Anhang E: Befragungsinstrumente

### Fragebogen direkt vor Beginn des Schülerlaborprojektes (T1)

EvaSys	Evaluation der Schülerlabore an der TU Berlin [Copy]	 
--------	--	--

Bitte so markieren:     Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.

Korrektur:     Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

#### 1. Bevor es losgeht:

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

mit diesem Fragebogen möchten wir deine Meinung zum Schülerlabor wissen. Hierbei handelt es sich nicht um einen Test oder eine Klassenarbeit. In diesem Fragebogen gibt es keine falschen Antworten. Gib die Antworten, die für dich am besten passen.

**Bitte lies jede Frage sorgfältig durch und beantworte sie so genau wie möglich. Setze als Antwort ein Kreuz in die Kästchen oder schreibe deine Antwort in die dafür vorgesehenen Felder.**

Heute im Anschluss an deinen Laborbesuch und einige Zeit nach deinem Besuch werden wir dich erneut befragen. Damit die Fragebögen dann einander zugeordnet werden können, wird jeder befragten Person ein Erkennungscode zugeordnet. Die Teilnahme an der Befragung ist freiwillig und alle von dir ausgefüllten Fragebögen bleiben selbstverständlich anonym.

#### 1.1 ERKENNUNGSCODE

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(bitte nur GROSSBUCHSTABEN in Druckschrift verwenden)

1. Kästchen: Erster Buchstabe **deines Geschlechts** (männlich = M, weiblich = W)

2. Kästchen: Dritter Buchstabe **deines Vornamens** (z.B. Maria = R)

3. und 4. Kästchen: Die ersten zwei Ziffern **deines Geburtsdatums** (z.B. 08.05.1996 = 08).

5. Kästchen: Erster Buchstabe des **Vornamens deiner Mutter** (z.B. Anna = A)

6., 7. und 8. Kästchen: Die Ziffern **deiner Hausnummer** (z.B. Musterstraße 36 = 036)

#### 2. Fragen zu deiner Person

2.1 Welche Klassenstufe besuchst du?

3.-6. Klasse (Grundschule)

7.-10. Klasse (Sekundarstufe I)

11.-13. Klasse (Sekundarstufe II)

2.2 Besuchst du das Schülerlabor heute zum ersten Mal?

Ja

Nein

#### 3. Fragen zur Vorbereitung des heutigen Laborbesuchs:

3.1 Besuchst du das Schülerlabor heute zusammen mit deiner Klasse bzw. als Schul-Arbeitsgemeinschaft?

Ja, im Rahmen eines Schulausfluges

Nein, in meiner Freizeit

3.2 Wir haben im Unterricht über das Schülerlabor gesprochen (z. B. welche Experimente/Aufgaben können durchgeführt werden).

**sehr wenig**

**sehr viel**

**trifft nicht zu**



**4. Bitte gib an, inwieweit diese Aussagen auf dich zutreffen.**  
*Kreuze bitte für jede Antwort das Zutreffende an.*

	stimmt gar nicht		stimmt völlig	
4.1 Naturwissenschaften machen mir Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über Naturwissenschaften nachzudenken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 Naturwissenschaftliche Sendungen/Artikel finde ich interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6 Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit vergeht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7 Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8 Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit meine Freizeit dafür zu verwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9 Mich würden Naturwissenschaften/Technik bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10 Obwohl ich mir Mühe gebe, fällt es mir schwer naturwissenschaftliche/technische Zusammenhänge zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.11 Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften/Technik habe ich einfach keine Begabung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.12 Bei manchen Sachen in Naturwissenschaften/Technik, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: "Das verstehe ich nie".	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.13 Das Lernen von Naturwissenschaften/Technik fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.14 Naturwissenschaften/Technik liegen mir nicht besonders.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5. Was erwartest du vom Besuch des Schülerlabors?**  
*Bitte schreibe deine Antwort in das dafür vorgesehene Feld.*

5.1 Was sind deine Erwartungen heute?

5.2 Worauf freust du dich?

5.3 Was willst du heute, während des Schülerlabors, unbedingt machen?

**5. Was erwartest du vom Besuch des Schülerlabors?**  
*Bitte schreibe deine Antwort in das dafür vorgesehene Feld.*  
**[Fortsetzung]**

5.4 Was interessiert dich?

5.5 Worauf hast du gar keine Lust?



5.6 Auf den heutigen Laborbesuch freue ich mich.      trifft nicht zu              trifft zu

**6. Bitte gib eine Einschätzung deines Interesses im jeweiligen Bereich an.**

	sehr gering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sehr hoch
6.1 Wie schätzt du dein allgemeines Interesse an den MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Wie schätzt du dein Interesse an einem späteren Studium in den MINT-Fächer ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Wie schätzt du dein Interesse an einem späteren Beruf im Bereich der MINT-Fächer ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Geschafft! Vielen Dank für deine Mitarbeit!**

## Fragebogen direkt nach dem Schülerlaborprojekt (T2)

EvaSys	Evaluation der Schülerlabore an der TU Berlin [Copy]	 
--------	--	--

Bitte so markieren:      Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.  
 Korrektur:      Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

### 1. Bevor es losgeht:

Liebe Schülerin, lieber Schüler,  
 mit diesem zweiten Fragebogen möchten wir deine Meinung zum heutigen Besuch im Schülerlabor wissen. Das Ziel ist die Verbesserung der Angebote für Schülerinnen und Schüler, deshalb brauchen wir deine Hilfe! Hierbei handelt es sich wie beim ersten Fragebogen nicht um einen Wissenstest oder eine Klassenarbeit. Es gibt wieder keine falschen Antworten!

**Bitte lies jede Frage sorgfältig durch und beantworte sie so genau wie möglich. Setze als Antwort ein Kreuz in die Kästchen oder schreibe deine Antwort in die dafür vorgesehenen Zeilen.**

Wir planen, dich in 9-12 Wochen noch ein letztes Mal zu befragen. Damit die Fragebögen dann einander zugeordnet werden können, wird jeder befragten Person ein Erkennungscode zugeordnet. Die Teilnahme an der Befragung ist freiwillig und alle von dir ausgefüllten Fragebögen bleiben selbstverständlich anonym.

#### 1.1 ERKENNUNGSCODE

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(bitte nur GROSSBUCHSTABEN in Druckschrift verwenden)

1. Kästchen: Erster Buchstabe **deines Geschlechts** (männlich = M, weiblich = W)
2. Kästchen: Dritter Buchstabe **deines Vornamens** (z.B. Maria = R)
3. und 4. Kästchen: Die ersten zwei Ziffern **deines Geburtsdatums** (z.B. 08.05.1996 = 08).
5. Kästchen: Erster Buchstabe des **Vornamens deiner Mutter** (z.B. Anna = A)
- 6., 7. und 8. Kästchen: Die Ziffern **deiner Hausnummer** (z.B. Musterstraße 36 = 036)

### 2. Fragen zum Besuch des Schülerlabors

		stimmt gar nicht			stimmt völlig
2.1	Ich wurde im Unterricht ausreichend auf den heutigen Besuch und die durchgeführten Experimente/Aufgaben vorbereitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Ich habe heute einen Zusammenhang zwischen Forschung und meinem Alltag erkannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Nach dem Besuch im Schülerlabor kann ich mir Phänomene aus meinem Alltag erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Ich habe heute etwas über die Bedeutung von Naturwissenschaften für unsere Gesellschaft gelernt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Ich habe im Schülerlabor gut mit meinen Mitschülern/innen im Team zusammengearbeitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6	Ich habe heute meinen Mitschülern/innen etwas erklärt oder mir ist von ihnen etwas erklärt worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Ich habe während des Schülerlabors mit meinen Mitschülern/innen über naturwissenschaftliche Sachverhalte diskutiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	Mir fehlte die Möglichkeit, eigene Ideen im Schülerlabor umzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.9	Mir fehlte die Möglichkeit, selbst Experimente zu entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.10	Ich konnte zu wenig selbst bestimmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<b>stimmt gar nicht</b>			<b>stimmt völlig</b>
2.11	Ich habe heute einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftler/innen bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**2. Fragen zum Besuch des Schülerlabors**  
[Fortsetzung]

2.12 Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13 Ich habe heute einen Einblick in den Alltag von Studierenden an der TU Berlin bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.14 Ich habe heute etwas über die Forschungsarbeit der TU Berlin gelernt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15 Ich kann mir die TU Berlin als angenehmen Studienort vorstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**3. Noch ein paar Fragen zum Besuch des Schülerlabors:**

3.1 Wie bewertest du die Dauer des ganzen Laborbesuchs?	<input type="checkbox"/> zu kurz	<input type="checkbox"/> eher zu kurz	<input type="checkbox"/> genau richtig	
	<input type="checkbox"/> eher zu lang	<input type="checkbox"/> zu lang		
3.2 Welche Schulnote würdest du dem Schülerlabor geben?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	
	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	
3.3 Würdest du das Schülerlabor weiterempfehlen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		
3.4 Würdest du gerne das Schülerlabor zu einem anderen Thema oder Experiment ein weiteres Mal besuchen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein		

**4. Gib bitte an, inwieweit die folgenden Behauptungen deiner Meinung nach zutreffen.**

	stimmt gar nicht			stimmt völlig
4.1 Die Experimente/Aufgaben waren für mich interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Der Besuch im Schülerlabor hat mir keinen Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 Die Zeit im Schülerlabor ist heute sehr langsam vergangen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 Die Durchführung der Experimente/Aufgaben war langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 Das eigenständige Experimentieren/Arbeiten war mir wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6 Der heutige Besuch im Schülerlabor erscheint mir sinnvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7 Dass wir heute Experimente/Aufgaben gemacht haben, ist mir persönlich wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8 Ich würde gerne mehr über die Themen lernen, die wir im Schülerlabor behandelt haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9 Solche Experimente und Aufgaben, wie wir sie im Schülerlabor gemacht haben, würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10 Durch das Schülerlabor habe ich interessante Anregungen/Ideen erhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.11 Ich werde mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge sprechen, die ich im Schülerlabor erlebt habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.12 Ich werde in Büchern/im Internet nachgucken, um mehr Informationen über das im Schülerlabor behandelte Thema zu bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.13 Ich werde außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir im Schülerlabor gesehen oder angesprochen haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5. Wie schätzt du die Betreuung im Schülerlabor ein?**

	stimmt gar nicht			stimmt völlig
5.1 Die Betreuer/innen sind auf meine Fragen gut eingegangen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 Die Betreuer/innen im Schülerlabor haben ausreichend Hilfestellung gegeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 Mir wurde von den Betreuer/innen genug erklärt, um die Experimente/Aufgaben erfolgreich durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4 Ich habe die Arbeitsanleitungen gut verstanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6. Bitte gib an, inwieweit diese Aussagen JETZT auf dich zutreffen.**

**6. Bitte gib an, inwieweit diese Aussagen JETZT auf dich zutreffen.**  
 [Fortsetzung]

	stimmt gar nicht				stimmt völlig
6.1 Naturwissenschaften machen mir Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.2 Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3 Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.4 In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über Naturwissenschaften nachzudenken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.5 Naturwissenschaftliche Sendungen/Artikel finde ich interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.6 Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit vergeht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.7 Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.8 Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit meine Freizeit dafür zu verwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.9 Mich würden Naturwissenschaften/Technik bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.10 Obwohl ich mir Mühe gebe, fällt es mir schwer naturwissenschaftliche/technische Zusammenhänge zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.11 Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften/Technik habe ich einfach keine Begabung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.12 Bei manchen Sachen in Naturwissenschaften, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: "Das verstehe ich nie".	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.13 Das Lernen von Naturwissenschaften/Technik fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.14 Naturwissenschaften/Technik liegen mir nicht besonders.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**7. Wenn du an deine Erwartungen vor dem Besuch denkst - inwieweit haben sie sich deiner Meinung nach erfüllt?**

7.1 Was ist dir heute in Erinnerung geblieben?

7.2 Was hat dir heute am meisten Spaß gemacht?

7.3 Was hat dir heute gefehlt?

7.4 Wie sehr haben sich deine Erwartungen erfüllt gar nicht erfüllt      voll erfüllt

**8. Was hast du heute Interessantes gelernt?**

stimmt gar nicht      stimmt völlig

**8. Was hast du heute Interessantes gelernt? [Fortsetzung]**

8.1 Ich habe heute etwas Interessantes über Naturwissenschaften/Technik erfahren.

8.2 Ich habe heute etwas Neues gelernt zum Thema Naturwissenschaften/Technik

8.3 Ich habe heute viel gelernt über...



8.4 Ich hätte heute gerne mehr gelernt über...

**9. Bitte gib eine Einschätzung deines Interesses im jeweiligen Bereich zum jetzigen Zeitpunkt an.**

		<b>sehr gering</b>				<b>sehr hoch</b>
9.1	Wie schätzt du dein allgemeines Interesse an den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.2	Wie schätzt du dein Interesse an einem späteren Studium in den MINT-Fächern ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.3	Wie schätzt du dein Interesse an einem späteren Beruf im Bereich der MINT-Fächer ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Geschafft! Vielen Dank für deine Mitarbeit!**

## Fragebogen nach 9-12 Wochen (T3)

EvaSys	Evaluation der Schülerlabore an der TU Berlin [Copy]	
		

Bitte so markieren:     Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.  
 Korrektur:     Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

**1. Bevor es losgeht:**

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

du hast vor einigen Wochen ein Schülerlabor an der TU Berlin besucht. Mit diesem Fragebogen möchten wir deine **jetzige** Meinung zu diesem Besuch kennen lernen. Das Ziel ist die Verbesserung der Angebote für Schülerinnen und Schüler, deshalb brauchen wir deine Hilfe! Hierbei handelt es sich wie bei den beiden ersten Fragebögen nicht um einen Wissenstest oder eine Klassenarbeit. Es gibt wieder keine falschen Antworten!

**Bitte lies jede Frage sorgfältig durch und beantworte sie so genau wie möglich. Setze als Antwort ein Kreuz in die Kästchen oder schreibe deine Antwort in die dafür vorgesehenen Zeilen.**

Dies ist die letzte Befragung zu deinem Laborbesuch. Zuvor haben wir dich bereits zweimal, einmal vor und einmal nach dem Labor, befragt. Damit die Fragebögen einander zugeordnet werden können, wird jeder befragten Person ein Erkennungscode zugeordnet. Alle drei von dir ausgefüllten Fragebögen bleiben selbstverständlich anonym.

**1.1 ERKENNUNGSCODE**

--	--	--	--	--	--	--	--

(bitte nur GROSSBUCHSTABEN in Druckschrift verwenden)

1. Kästchen: Erster Buchstabe **deines Geschlechts** (männlich = M, weiblich = W)
2. Kästchen: Dritter Buchstabe **deines Vornamens** (z.B. Maria = R)
3. und 4. Kästchen: Die ersten zwei Ziffern **deines Geburtsdatums** (z.B. 08.05.1996 = 08).
5. Kästchen: Erster Buchstabe des **Vornamens deiner Mutter** (z.B. Anna = A)
- 6., 7. und 8. Kästchen: Die Ziffern **deiner Hausnummer** (z.B. Musterstraße 36 = 036 oder 7A=007)

**2. Fragen zur Nachbereitung des Laborbesuchs**

- 2.1 Wie ausführlich habt ihr nach dem Besuch im Schülerlabor im Unterricht über das Labor gesprochen (z.B. die Experimente/Aufgaben die ihr gemacht habt)?  
 Wenn du das Schülerlabor nicht im Rahmen eines Schulausfluges, sondern in deiner Freizeit besucht hast, kreuze bitte keine Angabe an.
- |           |                          |                          |                          |                          |                  |                          |              |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------|
| gar nicht | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | sehr ausführlich | <input type="checkbox"/> | keine Angabe |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------|
- 2.2 Wie ausführlich hast du dich in deiner Freizeit mit dem Thema / Besuch des Schülerlabors beschäftigt (z.B. etwas über das Thema gelesen)?
- |           |                          |                          |                          |                          |                  |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| gar nicht | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | sehr ausführlich |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|

**3. Gib bitte an, inwieweit die folgenden Behauptungen deinen Besuch im Schülerlabor betreffend deiner Meinung nach zutreffen.**

- |  |  |                  |  |  |  |               |
|--|--|------------------|--|--|--|---------------|
|  |  | stimmt gar nicht |  |  |  | stimmt völlig |
|--|--|------------------|--|--|--|---------------|
- 3.1 Die Experimente/Aufgaben im Schülerlabor waren für mich interessant.
- |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
- 3.2 Der Besuch im Schülerlabor hat mir keinen Spaß gemacht.
- |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
- 3.3 Die Zeit im Schülerlabor ist sehr langsam vergangen.
- |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

### 3. Gib bitte an, inwieweit die folgenden Behauptungen deinen Besuch im Schülerlabor betreffend deiner Meinung nach zutreffen. [Fortsetzung]

	stimmt gar nicht			stimmt völlig
3.4 Die Durchführung der Experimente/Aufgaben war langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 Das eigenständige Experimentieren/Arbeiten war mir wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6 Dass wir im Schülerlabor waren, erscheint mir sinnvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7 Dass wir im Schülerlabor Experimente/Aufgaben gemacht haben, ist mir persönlich wichtig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8 Ich würde gerne mehr über die Themen lernen, die wir im Schülerlabor behandelt haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9 Solche Experimente und Aufgaben, wie wir sie im Schülerlabor gemacht haben, würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.10 Durch das Schülerlabor habe ich interessante Anregungen/Ideen erhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11 Ich habe mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über Dinge gesprochen, die ich im Schülerlabor erlebt habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.12 Ich habe in Büchern/im Internet nachgeguckt, um mehr Informationen über das im Schülerlabor behandelte Thema zu bekommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.13 Ich habe außerhalb des Unterrichts über Dinge nachgedacht, die wir im Schülerlabor gesehen oder angesprochen haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 4. Bitte gib an, inwieweit diese Aussagen JETZT auf dich zutreffen. Kreuze bitte für jede Antwort das Zutreffende an.

	stimmt gar nicht			stimmt völlig
4.1 Naturwissenschaften machen mir Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Naturwissenschaften gehören für mich persönlich zu den wichtigen Dingen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 Ich führe in meiner Freizeit nur ungern Gespräche über naturwissenschaftliche Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 In meiner Freizeit habe ich besseres zu tun, als über Naturwissenschaften nachzudenken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 Naturwissenschaftliche Sendungen/Artikel finde ich interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6 Wenn ich experimentiere, kann es passieren, dass ich gar nicht merke, wie die Zeit vergeht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7 Experimente durchzuführen, macht mir einfach keinen Spaß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8 Wenn ich Experimente durchführen kann, bin ich bereit, meine Freizeit dafür zu verwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9 Mich würden Naturwissenschaften/Technik bestimmt interessieren, wenn nicht alles so kompliziert wäre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10 Obwohl ich mir Mühe gebe, fällt es mir schwer naturwissenschaftliche/technische Zusammenhänge zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.11 Kein Mensch kann alles. Für Naturwissenschaften/Technik habe ich einfach keine Begabung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.12 Bei manchen Sachen in den Naturwissenschaften, die ich nicht verstehe, weiß ich von vornherein: "Das verstehe ich nie".	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.13 Das Lernen von Naturwissenschaften/Technik fällt mir leicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.14 Naturwissenschaften/Technik liegen mir nicht besonders.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.15 Meine Einstellung zu der im Labor behandelten Naturwissenschaft/Technik hat sich durch den Besuch des Schülerlabors positiv verändert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**4. Bitte gib an, inwieweit diese Aussagen JETZT auf dich zutreffen.**

Kreuze bitte für jede Antwort das Zutreffende an.  
[Fortsetzung]

4.16 Bitte begründe deine Antwort auf Frage 4.15 kurz.

**5. Fragen zum Besuch des Schülerlabors:**

5.1 Würdest du das Schülerlabor weiterempfehlen?  Ja  Nein

5.2 Bitte begründe deine Antwort auf Frage 5.1 kurz.

5.3 Würdest du gerne das Schülerlabor zu einem anderen Thema oder Experiment ein weiteres Mal besuchen?  Ja  Nein

5.4 Bitte begründe deine Antwort auf Frage 5.3 kurz.

5.5 Beim nächsten Mal würde ich mir wünschen, selbst Experimente ausdenken bzw. verändern zu können.  Ja  Nein

5.6 Beim nächsten Mal würde ich mir eine intensivere inhaltliche Vorbereitung des Schülerlaborbesuchs im Unterricht wünschen.  Ja  Nein

5.7 Beim nächsten Mal würde ich mir mehr Informationen über die Forschung an der Technischen Universität wünschen.  Ja  Nein

5.8 Beim nächsten Mal würde ich mir mehr Informationen über die Angebote der Universität für Schülerinnen und Schüler wünschen.  Ja  Nein

5.9 Wenn es noch etwas anderes gibt, was du dir für einen weiteren Besuch des Schülerlabors wünschen würdest, trage das bitte hier ein.

**6. Was ist für dich am Besuch des Schülerlabors aus heutiger Sicht wichtig?**

	stimmt gar nicht			stimmt völlig		
6.1 ...dass ich Experimente durchgeführt habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 ... dass ich durch das Experimentieren das Thema besser verstanden habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 ... dass ich einen Einblick in aktuelle Forschungsfragen bekommen habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 ...dass ich die Möglichkeit hatte, mit Geräten zu arbeiten, die in der Schule nicht zur Verfügung stehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 ... der persönliche Kontakt zu WissenschaftlerInnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6 ...dass ich Dinge über Naturwissenschaften / Technik gelernt habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7 ... dass ich Spaß hatte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8 ...dass ich die Möglichkeit hatte, ein Forschungsinstitut bzw. ein Universitätsinstitut von innen zu sehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7. Bitte gib eine Einschätzung deines Interesses im jeweiligen Bereich zum jetzigen Zeitpunkt an.**

		sehr gering				sehr hoch
7.1	Wie schätzt du dein allgemeines Interesse an den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.2	Wie schätzt du dein Interesse an einem späteren Studium in den MINT-Fächern ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.3	Wie schätzt du dein Interesse an einem späteren Beruf im Bereich der MINT-Fächer ein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Geschafft! Dies war der letzte Fragebogen. Nochmals: Vielen Dank für deine Mitarbeit!**



## Anhang F: Ergänzende Ergebnisse

### Ergänzende Ergebnisse zu den Multilevel Modellen aus Studie 1

Tabelle 1 Zufällige Effekte des unconditional intercept model (Nullmodell) für Interesse an Naturwissenschaften

Schätzungen von Kovarianzparametern <sup>a</sup>						
Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,133727	,006537	20,457	,000	,121509	,147173
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,336917	,023404	14,396	,000	,294031	,386058

a. Abhängige Variable: Interesse Naturwissenschaften

Tabelle 2 Zufällige Effekte des unconditional growth model (Wachstumsmodell ohne Prädiktoren) für Interesse an Naturwissenschaften

Schätzungen von Kovarianzparametern <sup>a</sup>						
Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,100826	,009871	10,215	,000	,083223	,122153
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,333848	,023188	14,398	,000	,291359	,382534
slope T1-T2 [Subjekt = id] Varianz	,019313	,016277	1,187	,235	,003702	,100752
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz	,082215	,020820	3,949	,000	,050048	,135055

a. Abhängige Variable: Interesse Naturwissenschaften

Tabelle 3 Zufällige Effekte des finalen Modells für Interesse an Naturwissenschaften

Schätzungen von Kovarianzparametern <sup>a</sup>						
Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,105865	,006724	15,743	,000	,093473	,119900
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,298628	,022366	13,352	,000	,257857	,345846
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz	,084261	,021032	4,006	,000	,051661	,137433

a. Abhängige Variable: Interesse Naturwissenschaften

Tabelle 4 Zufällige Effekte des unconditional intercept model (Nullmodell) für Interesse am Experimentieren

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,180894	,008833	20,479	,000	,164384	,199061
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,333224	,024489	13,607	,000	,288523	,384850

a. Abhängige Variable: Interesse Experimentieren

Tabelle 5 Zufällige Effekte des unconditional growth model (Wachstumsmodell ohne Prädiktoren) für Interesse am Experimentieren

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,162756	,013193	12,337	,000	,138848	,190780
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,331545	,024700	13,423	,000	,286503	,383669
slope T1-T2 [Subjekt = id] Varianz	,013325	,019568	,681	,496	,000749	,236954
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz	,040426	,025432	1,590	,112	,011781	,138726

a. Abhängige Variable: Interesse Experimentieren

Tabelle 6 Zufällige Effekte des finalen Modells für Interesse am Experimentieren

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,174033	,008751	19,887	,000	,157700	,192058
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,269856	,022176	12,169	,000	,229711	,317016

a. Abhängige Variable: Interesse Experimentieren

Tabelle 7 Zufällige Effekte des unconditional intercept model (Nullmodell) für das Fähigkeitsselbstkonzept

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,140961	,006885	20,474	,000	,128092	,155122
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,399920	,027204	14,701	,000	,350003	,456957

a. Abhängige Variable: Fähigkeitsselbstkonzept

Tabelle 8 Zufällige Effekte des unconditional growth model (Wachstumsmodell ohne Prädiktoren) für das Fähigkeitsselbstkonzept

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,116104	,011157	10,407	,000	,096173	,140165
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,402765	,027286	14,761	,000	,352684	,459957
slope T1-T2 [Subjekt = id] Varianz	,002346	,017777	,132	,895	8,300953E-10	6627,751158
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz	,084945	,022866	3,715	,000	,050120	,143969

a. Abhängige Variable: Fähigkeitsselbstkonzept

Tabelle 9 Zufällige Effekte des finalen Modells für das Fähigkeitsselbstkonzept

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,111626	,007145	15,624	,000	,098466	,126545
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	,369553	,026980	13,698	,000	,320283	,426403
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz	,080206	,021812	3,677	,000	,047068	,136674

a. Abhängige Variable: Fähigkeitsselbstkonzept.

## Ergebnisse zur Erwartungserfüllung

Tabelle 10 Wie sehr haben sich deine Erwartungen erfüllt? - Gesamtstichprobe

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	gar nicht erfüllt	4	,7	,8
	eher nicht erfüllt	23	3,9	4,5
	teilweise erfüllt	83	14,2	16,4
	größtenteils erfüllt	179	30,5	35,3
	voll erfüllt	218	37,2	43,0
	Gesamt	507	86,5	100,0
Fehlend	System	79	13,5	
Gesamt		586	100,0	

Tabelle 11 Spearman-Rho Korrelationen für Gesamtstichprobe

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wie sehr haben sich deine Erwartungen erfüllt? (1)	Korrelationskoeffizient	1,000	,529**	,408**	,464**	,423**	,304**	,445**	,145**	,570**
	Sig. (2-seitig)	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,000
	N	507	506	506	505	505	494	494	494	506
Emotionales Interesse T2 (2)	Korrelationskoeffizient	,529**	1,000	,457**	,457**	,389**	,309**	,497**	,294**	,731**
	Sig. (2-seitig)	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	506	531	530	530	530	515	515	514	531
Wertbezogenes Interesse T2 (3)	Korrelationskoeffizient	,408**	,457**	1,000	,509**	,457**	,394**	,446**	,189**	,729**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	506	530	530	529	529	514	514	514	530
Epistemisches Interesse T2 (4)	Korrelationskoeffizient	,464**	,457**	,509**	1,000	,749**	,493**	,627**	,380**	,860**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000	,000
	N	505	530	529	530	530	515	515	514	530
Intendierte Handlung T2 (5)	Korrelationskoeffizient	,423**	,389**	,457**	,749**	1,000	,472**	,542**	,291**	,820**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000	,000
	N	505	530	529	530	530	515	515	514	530
Sachinteresse Naturwissenschaften T2 (6)	Korrelationskoeffizient	,304**	,309**	,394**	,493**	,472**	1,000	,499**	,580**	,520**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000	,000
	N	494	515	514	515	515	518	518	517	515
Interesse Experimentieren T2 (7)	Korrelationskoeffizient	,445**	,497**	,446**	,627**	,542**	,499**	1,000	,387**	,672**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000	,000
	N	494	515	514	515	515	518	518	517	515
Fähigkeitsselbstkonzept T2 (8)	Korrelationskoeffizient	,145**	,294**	,189**	,380**	,291**	,580**	,387**	1,000	,371**
	Sig. (2-seitig)	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.	,000
	N	494	514	514	514	514	517	517	517	514
aktualisiertes Interesse T2 (9)	Korrelationskoeffizient	,570**	,731**	,729**	,860**	,820**	,520**	,672**	,371**	1,000
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	.
	N	506	531	530	530	530	515	515	514	531

*Tabelle 12 Feste Effekte des Modells mit dem Prädiktor Interaktion der Erwartungserfüllung (Gesamtstichprobe) mit der kurzfristigen Entwicklung des Interesses an Naturwissenschaften*

<b>Schätzungen fester Parameter<sup>a</sup></b>							
Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Freiheitsgrade	T-Statistik	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
						Untergrenze	Obergrenze
Konstanter Term	2,685295	,029108	672,798	92,251	,000	2,628141	2,742450
slope T1-T2	,069734	,021209	497,232	3,288	,001	,028063	,111404
slope T2-T3	,064204	,029750	423,577	2,158	,031	,005728	,122680
slope T1-T2 * Erwartungserfüllung (grand mean)	,093593	,020086	883,397	4,660	,000	,054171	,133015

a. Abhängige Variable: Interesse Naturwissenschaften

*Tabelle 13 Zufällige Effekte*

<b>Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup></b>							
Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%		
					Untergrenze	Obergrenze	
Residuum	,107698	,006891	15,628	,000	,095004	,122087	
Konstanter Term [Subjekt = id]	Varianz	,314012	,023138	13,571	,000	,271785	,362800
slope T2-T3 [Subjekt = id]	Varianz	,083472	,021157	3,945	,000	,050791	,137179

a. Abhängige Variable: Interesse Naturwissenschaften

*Tabelle 14 Feste Effekte des Modells mit dem Prädiktor Interaktion der Erwartungserfüllung (Gesamtstichprobe) mit der kurzfristigen Entwicklung des Interesses am Experimentieren*

<b>Schätzungen fester Parameter<sup>a</sup></b>							
Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Freiheitsgrade	T-Statistik	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
						Untergrenze	Obergrenze
Konstanter Term	2,902355	,030620	796,413	94,786	,000	2,842249	2,962461
slope T1-T2	,081702	,026705	784,241	3,059	,002	,029280	,134125
slope T2-T3	-,093779	,031270	816,483	-2,999	,003	-,155158	-,032400
slope T1-T2 * Erwartungserfüllung (grand mean)	,174009	,023337	1183,477	7,457	,000	,128224	,219795

a. Abhängige Variable: Interesse Experimentieren



Tabelle 15 Zufällige Effekte

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,171503	,008729	19,647	,000	,155220	,189494
Konstanter Term Varianz [Subjekt = id]	,292214	,023553	12,407	,000	,249513	,342224

a. Abhängige Variable: Interesse Experimentieren

Tabelle 16 Feste Effekte des Modells mit dem Prädiktor Interaktion der Erwartungserfüllung (Gesamtstichprobe) mit der kurzfristigen Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes

**Schätzungen fester Parameter<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Freiheitsgrade	T-Statistik	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
						Untergrenze	Obergrenze
Konstanter Term	2,791268	,032292	655,418	86,439	,000	2,727860	2,854675
slope T1-T2	,046555	,021851	491,353	2,131	,034	,003623	,089487
slope T2-T3	,012448	,030499	420,031	,408	,683	-,047503	,072398
slope T1-T2 * Erwartungserfüllung (grand mean)	,050494	,020936	840,199	2,412	,016	,009402	,091586

a. Abhängige Variable: Fähigkeitsselbstkonzept

Tabelle 17 Zufällige Effekte

**Schätzungen von Kovarianzparametern<sup>a</sup>**

Parameter	Schätzung	Std.-Fehler	Wald Z	Sig.	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
Residuum	,114204	,007347	15,544	,000	,100675	,129552
Konstanter Term Varianz [Subjekt = id]	,405974	,028911	14,042	,000	,353087	,466783
slope T2-T3 [Subjekt = id]	,083663	,022495	3,719	,000	,049394	,141710

a. Abhängige Variable: Fähigkeitsselbstkonzept

## Ergebnisse zur Unterrichtseinbindung

Tabelle 18 Ergebnisse des schrittweisen Modellvergleichs für Interesse an Naturwissenschaften, 2-Ebenen-Modell (Zeit, Schüler\*in)

Model	Nullmodell	Unconditional growth model	2	3	4
<b>Feste Effekte</b>					
Parameter	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)
Intercept	***2.71 (0.03)	***2.67 (0.03)	***2.67 (0.03)	***2.66 (0.03)	***2.67 (0.04)
slope T1-T2		*0.05 (0.02)	*0.05 (0.02)	*0.05 (0.02)	*0.06 (0.02)
slope T2-T3		*0.06 (0.03)	*0.06 (0.03)	*0.06 (0.03)	*0.06 (0.03)
vorbereitendes Unterrichtsgespräch (grand mean)			-0.00 (0.03)		
slope T1-T2*ausreichende Unterrichtsvorbereitung (grand mean)				***0.06 (0.02)	*0.05 (0.02)
slope T2-T3*Unterrichts- nachbereitung (grand mean)					0.02 (0.03)
<b>Zufällige Effekte</b>					
Residuum	***0.133 (0.007)	***0.108 (0.007)	***0.108 (0.007)	***0.105 (0.007)	***0.088 (0.007)
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	***0.320 (0.025)	***0.325 (0.025)	***0.323 (0.025)	***0.320 (0.025)	***0.344 (0.031)
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz		***0.078 (0.021)	***0.079 (0.022)	***0.077 (0.021)	***0.102 (0.022)
<b>Model Fit</b>					
Deviance	1839.57	1807.77	1801.01	1724.62	1288.60
Anzahl Parameter	3	6	7	7	8
AIC	1845.57	1819.77	1815.01	1738.62	1304.60
<b>Modellvergleich</b>					
$\chi^2$		31.80	6.76	83.15	436.02
df		3	1	1	1
p		<.001	<.01	<.001	<.001
Note. Coeff.: estimated coefficient, SE: standard error, + p < .10 level, * p < .05 level, ** p < .01 level, *** p < .001 level, AIC: Akaike's Information Criterion					

Tabelle 19 Ergebnisse des schrittweisen Modellvergleichs für Interesse am Experimentieren, 2-Ebenen-Modell  
(Zeit, Schüler\*in)

Modell	Nullmodell	Un- conditional growth model	2	3	4	5
<b>Feste Effekte</b>						
Parameter	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)
Intercept	***2.85 (0.03)	***2.83 (0.03)	***2.83 (0.03)	***2.82 (0.03)	***2.83 (0.04)	***2.82 (0.03)
slope T1-T2		*0.06 (0.03)	*0.06 (0.03)	*0.07 (0.03)	*0.07 (0.03)	*0.07 (0.03)
slope T2-T3		*-0.07 (0.03)	*-0.07 (0.03)	*-0.07 (0.03)	*-0.07 (0.03)	*-0.08 (0.03)
vorbereitendes Unterrichtsgespräch (grand mean)			+0.05 (0.03)	0.02 (0.03)	0.02 (0.03)	0.02 (0.03)
slope T1-T2*ausreichende Unterrichtsvorbereitung (grand mean)				***0.08 (0.02)	**0.08 (0.03)	*0.06 (0.02)
slope T2-T3*Unterrichts- nachbereitung (grand mean)					0.03 (0.03)	
slope T2-T3*Unterrichts- einbindung						*0.10 (0.04)
<b>Zufällige Effekte</b>						
Residuum	***0.190 (0.010)	***0.188 (0.010)	***0.188 (0.010)	***0.188 (0.010)	***0.177 (0.010)	***0.186 (0.010)
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	***0.315 (0.026)	***0.316 (0.026)	***0.312 (0.026)	***0.305 (0.026)	***0.312 (0.031)	***0.306 (0.026)
<b>Model Fit</b>						
Deviance	2117.94	2112.08	2098.96	2028.05	1518.73	2022.73
Anzahl Parameter	3	5	6	7	8	8
AIC	2123.94	2122.08	2110.96	2042.05	1534.73	2038.73
<b>Modellvergleich</b>						
$\chi^2$		5.86	13.12	70.91	509.32	5.32
<i>df</i>		2	1	1	1	1
<i>p</i>		<.1	<.001	<.001	<.001	<.1
Note. Coeff.: estimated coefficient, SE: standard error, + $p < .10$ level, * $p < .05$ level, ** $p < .01$ level, *** $p < .001$ level, AIC: Akaike's Information Criterion						

Tabelle 20 Ergebnisse des schrittweisen Modellvergleichs für das Fähigkeitsselbstkonzept, 2-Ebenen-Modell (Zeit, Schüler\*in)

Model	Nullmodell	Unconditional growth model	2	3	4
<b>Feste Effekte</b>					
Parameter	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)	Coeff. (SE)
Intercept	***2.79 (0.03)	***2.77 (0.03)	***2.77 (0.03)	***2.75 (0.04)	***2.78 (0.04)
slope T1-T2		0.03 (0.02)	0.03 (0.02)	0.04 (0.02)	+0.05 (0.03)
slope T2-T3		0.01 (0.03)	0.01 (0.03)	0.02 (0.03)	0.01 (0.03)
vorbereitendes Unterrichtsgespräch (grand mean)			-0.03 (0.03)	-0.04 (0.03)	-0.06 (0.04)
slope T1-T2*ausreichende Unterrichtsvorbereitung (grand mean)				*0.05 (0.02)	+0.04 (0.02)
slope T2-T3*Unterrichtsnachbereitung (grand mean)					0.04 (0.03)
<b>Zufällige Effekte</b>					
Residuum	***0.133 (0.007)	***0.119 (0.008)	***0.119 (0.008)	***0.118 (0.008)	***0.098 (0.008)
Konstanter Term [Subjekt = id] Varianz	***0.406 (0.031)	***0.412 (0.031)	***0.412 (0.031)	***0.414 (0.032)	***0.426 (0.039)
slope T2-T3 [Subjekt = id] Varianz		***0.080 (0.024)	***0.081 (0.024)	**0.078 (0.024)	***0.108 (0.024)
<b>Model Fit</b>					
Deviance	1982.46	1966.56	1959.12	1893.01	1396.14
Anzahl Parameter	3	6	7	8	9
AIC	1988.46	1978.56	1973.12	1909.01	1414.14
<b>Modellvergleich</b>					
$\chi^2$		15.90	7.44	66.11	496.87
df		3	1	1	1
p		<.01	<.01	<.001	<.001
Note. Coeff.: estimated coefficient, SE: standard error, + p < .10 level, * p < .05 level, ** p < .01 level, *** p < .001 level, AIC: Akaiques' Information Criterion					

## **Anhang G: Posterbeiträge**

**Posterbeitrag zur Nachwuchstagung „Wissenschaftliche Erforschung und Evaluation von Schülerlaboren“ 24.-25.11.2017 Ruhr Universität Bochum**

# Untersuchung von Schülerlaboren der TU Berlin: Was bewirken sie und inwieweit werden Erwartungen von Lehrenden und Lernenden erfüllt?

Mareen Derda, M.Ed., [mareen.derda@tu-berlin.de](mailto:mareen.derda@tu-berlin.de)  
 Prof. Dr.-Ing. Paul Uwe Thamsen, [paul-uwe.Thamsen@tu-berlin.de](mailto:paul-uwe.Thamsen@tu-berlin.de)  
 Prof. Dr. Angela Ittel, [angela.ittel@tu-berlin.de](mailto:angela.ittel@tu-berlin.de)

## Theoretischer Hintergrund und Forschungsfrage

- Seit 2004 Studien zur Wirkung von Schülerlaboren [1]
  - kurze bis mittelfristige Interessenssteigerung [2–4] und Verbesserung des fachlichen Lernens [5] nachgewiesen, anhaltende Interessensförderung nur durch adäquate Unterrichtseinbindung [3,6,7]
  - Erwartungen der begleitenden Lehrkräfte [8,9] und teilnehmenden Schüler\*innen [10,11] erst in jüngster Zeit erforscht->weitere Forschung nötig
  - bisher keine Triangulationen, quantitative und qualitative Forschung an Schülerlaboren weitgehend separiert
- vorliegendes Dissertationsprojekt untersucht Wirksamkeit der an der TU Berlin angebotenen Schülerlabore mittels quantitativer und qualitativer Methoden
- Diese Triangulation berücksichtigt subjektive Sichtweisen aller Beteiligten und ermöglicht Hypothesengenerierung und -überprüfung für dieselben Labore
  - Ziele und Lehrkonzepte der Schülerlabore sowie Zusammenarbeit mit begleitenden Lehrkräften
  - Erwartungen und Zufriedenheit der Schüler\*innen und begleitenden Lehrkräfte sowie Unterrichtseinbindung
  - Wirkung des Laborbesuches auf Interesse [12] und Fähigkeitsselbstkonzept [13]

## Methoden

Quantitativ	Qualitativ
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragebogenerhebung in 6 verschiedenen Laboren</li> <li>T1: 454, T2: 455, T3: derzeit 317</li> <li>♀51,3%, ♂48,7%</li> <li>17,8% Grundschule, 50,7% Sek I, 31,5 % Sek II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 Vorher-Nachher-Interviews mit jeweils ein bis zwei Schüler*innen</li> <li>7 Teilnehmende Beobachtungen in 6 Laboren</li> <li>8 Leitfadenterviews mit Laborbetreibenden</li> <li>8 Leitfadenterviews mit begleitenden Lehrkräften in 6 Laboren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Offene Fragen zu Erwartungen</li> <li>Geschlossene Fragen u.a. zu Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Laborvariablen (Betreuung, Authentizität, Alltagsbezug, Autonomie) [3, 15]</li> <li>T-Test, Varianzanalyse, Korrelationsanalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitative Inhaltsanalyse [14]</li> </ul>

## Forschungsdesign und ausgewählte erste Ergebnisse

Schülerinnen und Schüler	Laborbetreiber	Lehrkräfte
<ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemein zufrieden</li> <li>Bei Unterrichtseinbindung wird vor allem eine <b>prakt. Anwendung und Vertiefung</b> des Unterrichts erwartet</li> <li>Bei Ferienworkshop und Schulprojekt ist <b>Wissenszuwachs</b> wichtig</li> <li>Teilweise fühlen sich SuS <b>unterfordert</b></li> <li>Wunsch nach mehr <b>Autonomie und Authentizität</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschiedliche Zielgruppen und Zielausrichtungen</li> <li>Zielerreichung vor allem durch <b>viele praktische Anwendungen und Experimente</b></li> <li>Teilweise enge Zusammenarbeit mit Lehrkräften und Bereitstellung von Materialien zur Unterrichtseinbindung</li> <li><b>Teilweise keine Anpassung an Rahmenlehrplan</b> und kein Bewusstsein für Relevanz der <b>Unterrichtseinbindung</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Große Zufriedenheit, zumeist Erfüllung der Erwartungen</li> <li><b>Erwartungen/Intentionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergänzung des Unterrichts, Unterstützung der Lehrkraft, bessere Rahmenbedingungen als in der Schule, Studien- und Berufsorientierung, fachliches Lernen, praktische Anwendung und Möglichkeit zum Experimentieren, Einblick in Uni und Forschung, <b>Mädchenförderung</b></li> </ul> </li> <li><b>Unterrichtseinbindung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Teilweise schwierig</b>, Gruppe aus verschiedenen Klassen zusammengesetzt</li> <li><b>Teilweise</b> explizit erwünscht bzw. <b>durchgeführt</b>, hier werden bessere <b>Informationen / Materialien</b> zur Vorbereitung und Unterrichtseinbindung <b>gewünscht</b></li> <li><b>Teilweise Anpassen</b> der Schülerlaborangebote an <b>Lehrplan</b> gewünscht</li> <li>Teilweise nicht beabsichtigt, Labor als Ausflug</li> </ul> </li> </ul>

## Empfehlungen für die zukünftige Gestaltung von Schülerlaboren

- Ausbau der Möglichkeiten zum selbständigen Experimentieren bzw. praktischen Arbeiten
- Freiraum für eigene Ideen der SuS, um Autonomie zu stärken
- Stärkung des Alltagsbezugs durch mehr Realitätsbezug und alltagsnahe Anwendungen
- Stärkung der Authentizität durch Einblick in „echte“ Forschung und Demonstration von Forschungsequipment
- Geschlechtshomogene Lerngruppen
- Angebot an Rahmenlehrplan orientieren
- Unterforderung vermeiden durch engere Zusammenarbeit mit Lehrkräften und Anpassen an Altersgruppe
- Informationen/Materialien zur Unterrichtseinbindung stellen
- Informationen und Ansprechpartner leicht verfügbar

## Noch zu untersuchende Fragestellungen

- weitere und tiefere Analysen, insbesondere sollen die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Analysen aufeinander bezogen werden
  - Unterscheiden sich geschlechtsheterogene und geschlechtshomogene Workshops in ihrer Wirkung auf Schülerinnen?
  - Inwiefern spielen die Erwartungen der Schüler\*innen eine Rolle bei der Wirkung der Labore?
  - Lassen sich die selbstbeschriebenen Ziele der Laborbetreibenden und ihre Lernkonzepte in der teilnehmenden Beobachtung identifizieren und in der Wirkung erkennen?
  - Unterscheiden sich die Labore, die eine enge Zusammenarbeit mit den Lehrkräften beabsichtigen, von anderen?



## Referenzen

[1] Gudehus, P., Pfenner, B. (2008). Interessensförderung durch Schülerlaborbesuche – eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 1/2, 27–36.

[2] Bensch, A. (2005). Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierkurse. Zugl.: *Didaktik, Unterrichtslehre*, 2005, 1. Aufl. Ludwigs, Göttingen.

[3] Glawinkel, I. (2007). Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als interesse fördernde Lernumgebungen. Dissertation.

[4] Engel, K. (2004). Schülerlabore. Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Dissertation, 1. Aufl. Logos-Verl., Berlin.

[5] Özawa, A. (2008). Chemievermittlung an außerschulischen Lernorten – eine Interventionsstudie. Dissertation, VDM Verl. Dr. Müller, Saarbrücken.

[6] Fehrer, W. (2005). *Forschendes Experimentieren im Schülerlabor*. Dissertation.

[7] Gudehus, P. (2007). Wirklichkeitsanalyse außerschulischer Lernorte. Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. Dissertation.

[8] Schmitt, I., Di Fraia, D.S., Fallo, B. (2011). Außerschulische Lernstandorte, Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften und Schülern. *Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht* 64/6, 362–369.

[9] Karakökü, C., Edler, R. (2012). Erwartungen von Lehrenden und Lernenden an die Schülerlabore im naturwissenschaftlichen Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie. *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Potsdam 2010*. (Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 31), Hötting, D. (Hrsg.), LIT-Verl., Münster, West, 64–86.

[10] Gams, N. (2012). *Nachhaltigkeit und Chemie – ein Schülerlabor als Ort der Innovations- und Orientierungsbildung*. Dissertation.

[11] Schwaner, S., Pfenner, B. (2015). Erwartungen von Schülern und Wissenschaftlern an Schülerlaborbesuche. In: *Interdisziplinäre Vernetzung der Wissenschaften im naturwissenschaftlichen Unterricht, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014*. *Bericht*, S. 232–234.

[12] Krapp, A. (2002). Das Interessenkonstrukt – Bestimmungsmethoden der Interessenmessung und des individuellen Interesses aus Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In: *Interesse, Lernen, Leistung – Neue Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessensforschung*. Krapp, A., Pfenner, B. (Hrsg.), Münster, 297–329.

[13] Meyer, W.U. (1978). *Das Konzept der eigenen Begabung*. Bern: Huber.

[14] Glaser, I., Strauss, A. (2003). *Qualitative Datenanalyse als instrumentelle rekonstruierende Untersuchung*. 4. Aufl. VS Verlag, München.

[15] Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interdisziplinäre außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation.

