



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# **Was machen Physiker:innen?**

**Konzeption und Evaluation außerschulischer Lernangebote zur  
Förderung realistischer Berufsvorstellungen zur Physik**

**vom Fachbereich Physik  
der Technischen Universität Darmstadt**

zur Erlangung des Grades

Doctor rerum naturalium

(Dr. rer. nat.)

**Dissertation**

**von Moritz Kriegel**

Erstgutachterin: Prof.‘in Dr. Verena Spatz

Zweitgutachter: Prof. Dr. Wilfried Nörtershäuser

Darmstadt 2024

---

---

Was machen Physiker:innen? Konzeption und Evaluation außerschulischer Lernangebote zur Förderung realistischer Berufsvorstellungen zur Physik,

Genehmigte Dissertation von Moritz Kriegel,  
Darmstadt, Technische Universität Darmstadt,  
Tag der mündlichen Prüfung: 14.10.2024

Jahr der Veröffentlichung der Dissertation auf TUpriints: 2024  
URN: urn:nbn:de:tuda-tuprints-282659

Veröffentlicht unter CC BY-SA 4.0 International  
<https://creativecommons.org/licenses/>

---

---

## Kurzfassung

---

Schüler:innen haben oft unzureichende und stereotypisch verzerrte Vorstellungen über die Personen, Methoden und Tätigkeiten in den Naturwissenschaften. Auch die Vorstellungen zu den Tätigkeiten im Forschungsalltag der Physik sind dementsprechend stark verkürzt. Insbesondere die theoretische Physik ist dabei in den Vorstellungen vieler Schüler:innen stark unterrepräsentiert. Stereotypische und naive Vorstellungen über dieses Berufsfeld sind daher weit verbreitet, was zu Berufswahlentscheidungen auf Grundlage falscher Annahmen führen kann. Außerschulische Lernorte stellen ein probates Mittel zur Förderung realistischer Berufskennntnisse und naturwissenschaftsbezogenen Interessen und Einstellungen dar. Entsprechende Angebote und Untersuchungen zum Berufsfeld der Physik, speziell in Bezug zu Stereotypen, fehlen allerdings noch. Zunächst werden daher in einer Vorstudie die beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen des Sonderforschungsbereiches 1245 der Kern- und Astrophysik differenziert mittels Interview- und Fragebogenstudien erfasst und entlang der RIASEC+N Dimensionen geordnet. Hierdurch können unterschiedliche Tätigkeitsprofile von (Post-)Doktorand:innen und Professor:innen der experimentellen und theoretischen Physik identifiziert werden. Anschließend werden die Vorstellungen von  $N = 156$  Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe an Gymnasien zu den Tätigkeiten von Physiker:innen mittels quantitativ-qualitativen Fragebögen erfasst (Baseline). Zu den Tätigkeiten von Physiker:innen wissen die befragten Schüler:innen nur wenig und fokussieren sich in ihren Beschreibungen stark auf experimentelle Tätigkeiten. Die theoretische Physik spielt in den Vorstellungen der Schüler:innen keine Rolle. Aufbauend auf den Erkenntnissen werden nach dem Design-Based-Research Ansatz ein eintägiges Schülerlabor für ganze Schulklassen und eine viertägige universitäre Projektwoche für besonders interessierte Schüler:innen konzipiert, die jeweils in einer Interventionsstudie mit (Prä)-Post-Follow-Up-Design evaluiert werden ( $N_{PW} = 96$ ;  $N_{SL} = 65$ ). Die Ergebnisse zeigen, dass beide Angebote in der Lage sind, nachhaltig situatives Interesse zu wecken und die affektiven Einstellungen zu einem physikalischen Beruf, besonders bei den Mädchen, zu verbessern. Die Vorstellungen der Schüler:innen zum Arbeitsalltag in der Physik können nachhaltig durch das Schülerlabor in geringem, und durch die Projektwoche in großem Maße verbessert und den Selbsteinschätzungen der Physiker:innen angenähert werden. Durch die Projektwoche kann außerdem das bereits sehr positive Image der Physik als Wissenschaft bei den grundsätzlich interessierten Teilnehmenden nachhaltig gesteigert werden.

---

## Abstract

---

Many students hold stereotypical perceptions of the persons, methods and activities in science. Theoretical physics in particular is hardly represented in students' ideas about physics research. Stereotypical and naïve perceptions of this vocational field are therefore widespread which can lead to career choices based on false assumptions. Out-of-school learning environments are an effective remedy to foster realistic vocational perceptions and students' science-related interests and attitudes. However, there is still a need for corresponding programs and studies, especially in the field of physics and regarding stereotypes. Therefore the vocational activities of physicists in the Collaborative Research Center 1245 (nuclear- and astrophysics) are identified through interviews and a questionnaire and categorized along the RIASEC+N dimensions. The study revealed distinct activity profiles for professors and (post-)doctoral researchers in both experimental and theoretical physics. To assess students' perceptions of physicists' work, a study involving  $N = 156$  high school students from grade eight to ten was conducted using a quantitative-qualitative questionnaire. The results indicate that students have limited knowledge of physicists' activities, predominantly focusing on experimental activities, with little to no awareness of theoretical physics. Based on these findings, a one-day out-of-school laboratory for entire school classes and a four-day university project week for particularly interested students are designed using a design-based research approach. Each is evaluated in an intervention study with a (pre-)post-follow-up design ( $N_{PW} = 96$ ;  $N_{SL} = 65$ ). The results demonstrate that both out-of-school learning environments are capable of sustainably raising situational interest and positively influencing students' attitudes towards a career in physics, especially among girls. Students' perceptions of the vocational activities in physics can be sustainably improved to a small extent by the student laboratory and to a large extent by the project week. In addition students' answers allined more closely with physicists' self-perceptions after the intervention. Additionally, the project week can significantly enhance the already positive image of physics among the generally interested participants.

---

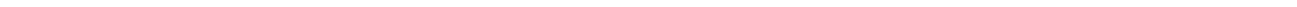
# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>- 1 -</b>
<b>2</b>	<b>PROJEKTRAHMEN: SONDERFORSCHUNGSBEREICH 1245 „ATOMKERNE: VON FUNDAMENTALEN WECHSELWIRKUNGEN ZU STRUKTUR UND STERNEN“</b> .....	<b>- 5 -</b>
2.1	FORSCHUNGSZIELE DES SFB 1245 .....	- 5 -
2.2	ORGANISATIONSSTRUKTUR DES SFB 1245 .....	- 7 -
<b>3</b>	<b>GRUNDLAGEN</b> .....	<b>- 8 -</b>
3.1	IMAGE UND STEREOTYPE DER PHYSIK .....	- 8 -
3.2	NATURE OF SCIENTISTS .....	- 11 -
3.2.1	<i>Stereotype und Vorstellungen über Naturwissenschaftler:innen</i> .....	- 13 -
3.2.2	<i>Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen und RIASEC+N Modell</i> .....	- 18 -
3.2.2.1	RIASEC+N Modell .....	- 19 -
3.2.2.2	Konkretisierung von Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen .....	- 22 -
3.2.2.3	Studien zu Vorstellungen bezüglich Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen .....	- 27 -
3.3	POTENZIELLE AUSWIRKUNGEN VON STEREOTYPISCHEN VORSTELLUNGEN AUF DAS INTERESSE UND DIE BERUFS- UND STUDIENWAHL .....	- 33 -
3.3.1	<i>Interesse an Physik</i> .....	- 33 -
3.3.1.1	Forschungsergebnisse zum Interesse an Physik .....	- 35 -
3.3.2	<i>Berufswahl/Studienwahl</i> .....	- 41 -
3.4	AUßERSCHULISCHE LERNORTE ALS MÖGLICHKEIT ZUR AUTHENTISCHEN VERMITTLUNG VON WISSENSCHAFT .....	- 46 -
3.4.1	<i>Kategorien und Ziele von Schülerlaboren</i> .....	- 47 -
3.4.2	<i>Forschung zu Schülerlaboren und vergleichbaren außerschulischen Lernorten</i> .....	- 49 -
<b>4</b>	<b>PROJEKTZIELE UND STUDIENDESIGN</b> .....	<b>- 53 -</b>
<b>5</b>	<b>VORSTUDIE – TÄTIGKEITEN IN DER KERN- UND ASTROPHYSIK</b> .....	<b>- 56 -</b>
5.1	FORSCHUNGSFRAGEN .....	- 56 -
5.2	EXPLORATIVE INTERVIEWSTUDIE .....	- 57 -
5.2.1	<i>Design und Methoden</i> .....	- 57 -
5.2.1.1	Interviewleitfaden .....	- 58 -
5.2.1.2	Datenerhebung und Stichprobe .....	- 60 -
5.2.2	<i>Datenaufbereitung und Auswertungsmethodik</i> .....	- 60 -
5.2.2.1	Diskussion der Gütekriterien qualitativer Forschung .....	- 63 -
5.2.3	<i>Ergebnisse: Tätigkeitsspektrum von Physiker:innen im SFB 1245</i> .....	- 67 -
5.2.4	<i>Diskussion der qualitativen Ergebnisse</i> .....	- 69 -

5.3	KONFIRMATORISCHE FRAGEBOGENSTUDIE.....	- 73 -
5.3.1	<i>Instrumententwicklung.....</i>	- 73 -
5.3.2	<i>Zuteilung der Tätigkeiten von Physiker:innen in RIASEC+N Dimensionen .....</i>	- 75 -
5.3.3	<i>Methode und Stichprobe .....</i>	- 77 -
5.4	TÄTIGKEITSPROFILE VON PHYSIKER:INNEN IM SFB 1245.....	- 78 -
5.4.1	<i>Unterschiede in den Tätigkeiten der Experimental- und theoretischen Physik.....</i>	- 78 -
5.4.2	<i>Unterschiede in den Tätigkeiten von Statusgruppen .....</i>	- 79 -
5.4.3	<i>Unterschiede innerhalb der RIASEC+N Dimensionen .....</i>	- 81 -
5.5	DISKUSSION UND LIMITATIONEN .....	- 84 -
5.6	ZUSAMMENFASSUNG .....	- 86 -
<b>6</b>	<b>ERHEBUNGSINSTRUMENTE .....</b>	<b>- 88 -</b>
6.1	ERPROBUNG UND ANPASSUNG DER ERHEBUNGSINSTRUMENTE .....	- 88 -
6.2	BESCHREIBUNG DER KONSTRUKTE DES ERHEBUNGSINSTRUMENTS.....	- 90 -
6.3	AUSWERTEMETHODIK ZU DEN ERHEBUNGSINSTRUMENTEN.....	- 93 -
6.4	PRÜFUNG DER GÜTE DES ERHEBUNGSINSTRUMENTS .....	- 96 -
<b>7</b>	<b>BASELINESTUDIE .....</b>	<b>- 103 -</b>
7.1	FORSCHUNGSFRAGEN.....	- 103 -
7.2	METHODE UND STICHPROBE .....	- 104 -
7.3	ERGEBNISSE .....	- 105 -
7.3.1	<i>Motivationale und affektive Aspekte.....</i>	- 105 -
7.3.2	<i>Berufskennntnis .....</i>	- 108 -
7.3.3	<i>Berufswahl und -interesse .....</i>	- 114 -
7.4	DISKUSSION UND LIMITATIONEN .....	- 115 -
<b>8</b>	<b>ENTWICKLUNG DER AUßERSCHULISCHEN LERNANGEBOTE.....</b>	<b>- 121 -</b>
8.1	PROJEKTWOCHE „YOUNG PHYSICISTS @ TU DARMSTADT“ .....	- 121 -
8.1.1	<i>Zielsetzungen der Projektwoche .....</i>	- 121 -
8.1.2	<i>Konzeptionelle Merkmale der Projektwoche .....</i>	- 123 -
8.1.3	<i>Ablauf der Projektwoche .....</i>	- 126 -
8.1.3.1	<i>Erster Tag – Was machen eigentlich Physiker:innen?.....</i>	- 127 -
8.1.3.2	<i>Zweiter Tag – Was haben Stöße mit Kernphysik zu tun?.....</i>	- 128 -
8.1.3.3	<i>Dritter Tag - Spektroskopie.....</i>	- 129 -
8.1.3.4	<i>Vierter Tag – Das große Ganze: Astrophysik und Abschluss der Projektwoche.....</i>	- 130 -
8.2	KONZEPTIONELLE ANPASSUNG DES SCHÜLERLABORS PHYSIK .....	- 131 -
8.2.1	<i>Zielsetzungen des Schülerlabors .....</i>	- 131 -
8.2.2	<i>Ablauf und konzeptionelle Merkmale des Schülerlabors.....</i>	- 132 -

---

8.3	360° SERIOUS GAME PHYSICS LIFE .....	- 137 -
<b>9</b>	<b>INTERVENTIONSSTUDIE ZUR PROJEKTWOCHE.....</b>	<b>- 141 -</b>
9.1	FORSCHUNGSFRAGEN .....	- 141 -
9.2	METHODE UND STICHPROBE .....	- 142 -
9.3	ERGEBNISSE .....	- 144 -
9.3.1	<i>Motivationale und affektive Aspekte .....</i>	<i>- 144 -</i>
9.3.2	<i>Berufskennntnis.....</i>	<i>- 149 -</i>
9.3.3	<i>Berufswahlintention und -interesse .....</i>	<i>- 160 -</i>
9.4	DISKUSSION UND LIMITATIONEN .....	- 163 -
<b>10</b>	<b>INTERVENTIONSSTUDIE ZUM SCHÜLERLABOR.....</b>	<b>- 170 -</b>
10.1	FORSCHUNGSFRAGEN .....	- 170 -
10.2	METHODE UND STICHPROBE .....	- 171 -
10.3	ERGEBNISSE .....	- 172 -
10.3.1	<i>Motivationale und affektive Aspekte .....</i>	<i>- 172 -</i>
10.3.2	<i>Berufskennntnis.....</i>	<i>- 174 -</i>
10.3.3	<i>Berufswahlintention und -interesse .....</i>	<i>- 180 -</i>
10.4	DISKUSSION UND LIMITATIONEN .....	- 183 -
<b>11</b>	<b>GEGENÜBERSTELLUNG DER TEILSTUDIEN UND DISKUSSION .....</b>	<b>- 189 -</b>
<b>12</b>	<b>LIMITATIONEN, IMPLIKATIONEN UND AUSBLICK.....</b>	<b>- 198 -</b>
<b>13</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT .....</b>	<b>- 202 -</b>
<b>14</b>	<b>DANKSAGUNG.....</b>	<b>- 207 -</b>
	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>- 208 -</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 209 -</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 213 -</b>
<b>15</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 216 -</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>- 239 -</b>



---

## 1 Einleitung

---

Das Institut der Deutschen Wirtschaft (IW) beziffert in seinen letzten beiden MINT-Herbstreporten die sogenannte MINT-Lücke in Deutschland auf etwa 300 000 Stellen (Anger et al., 2023; Anger et al., 2022). Gemeint sind damit offene Stellen in allen MINT-Berufen (MINT: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) und auf allen Qualifikationsniveaus, die nicht besetzt werden können.<sup>1</sup> Mit etwa 17 Prozent ist der Frauenanteil über alle MINT-Berufe hinweg dabei weiterhin sehr gering, was bei deren gezielter Förderung insbesondere das Potential zur Reduktion des Fachkräftemangels birgt. Zusätzlich sagt das IW beim MINT-Bedarf in den kommenden Jahren noch eine Steigerung voraus und nennt als Gründe dafür im Wesentlichen die „4D“-Disruptoren Digitalisierung, Dekarbonisierung, Demografie und De-Globalisierung (Demary et al., 2021). Um den steigenden Fachkräftebedarf decken und die Herausforderungen der Zukunft meistern zu können, sehen sie insbesondere den Bildungsbereich in der Pflicht.

Besonders problematisch und gleichzeitig symptomatisch für diesen Umstand sind die zahlreichen negativen und stereotypischen Einstellungen Jugendlicher und auch vieler Erwachsener gegenüber den Naturwissenschaften und dabei insbesondere der Physik (Höttecke & Hopf, 2018; Tintori & Palomba, 2017). Offensichtlich ist die Gesellschaft bisher nicht in der Lage ein adäquates, nicht stereotypes Bild der Physik zu erzeugen<sup>2</sup>. Die Physik wird als besonders schwer und nur für ganz besonders begabte Personen zugänglich erachtet. Der Physiker ist in den Augen vieler Schüler:innen ein Mann, der mit Bart und Brille alleine und sozial isoliert in einem Labor an einem Experiment arbeitet (Chambers, 1983; Cheryan et al., 2017; Höttecke & Hopf, 2018; Sjøberg, 1988) (s. Kapitel 3.1). Über den tatsächlichen Arbeitsalltag von Naturwissenschaftler:innen haben die Schüler:innen ebenso wenige und stark stereotypisch verzerrte Vorstellungen (Leiß, 2019; Stamer, 2019; Wentorf et al., 2015) (s. Kapitel 3.2.2.3). Die Schüler:innen nehmen einen stark linearen Erkenntnisweg an und sehen dabei das Experiment als die zentrale Methode der Naturwissenschaft (Meyling, 1990). So kann es kaum verwundern, dass insbesondere die Methoden und Arbeitsweisen der theoretischen Physik weithin unbekannt sind. A. Heine (2018) konnte zeigen, dass auch Physik-

---

<sup>1</sup> Arbeitssuchende im MINT-Bereich sind von der gesamten Anzahl an vakanten Stellen bereits abgezogen.

<sup>2</sup> Das betrifft Eltern, Lehrer, Schule, Ausbildungsbetriebe, Wirtschaft, Politik, Hochschulen, Stiftungen usw.

---

Lehramtstudierende noch gravierende Fehlvorstellungen zur theoretischen Physik haben. So stellt eine Physikstudentin noch im neunten Lehramt-Semester in Heines Studie die Frage in den Raum, ob denn theoretische Physiker, die den ganzen Tag nur im Büro säßen, überhaupt Wissenschaftler seien (ebd. 2018, S. 37).

Es ist also davon auszugehen, dass bei den meisten Schüler:innen mangelnde Kenntnis über den tatsächlichen Forschungsalltag in der Physik vorliegt. Dieser Umstand ist an sich schon alarmierend, da die Berufskennntnis ein wesentlicher Einflussfaktor bei der Berufs- und Studienwahl ist (Frank, 2014) (s. Kapitel 3.3.2). Bedenkt man gleichzeitig als weiteren entscheidenden Einflussfaktor nach Frank die negativen und stark männlich geprägten Stereotype in der Physik, so ist die diesbezüglich geringe Berufswahlintention insbesondere von Frauen wenig überraschend. Vor diesem Hintergrund scheint daher die wiederkehrende Forderung des IW nach einer klischeefreien Studien- und Berufsorientierung durchaus legitim. Hierzu bringen sie als Stärkung der gesamten Bildungskette auch außerschulische Lernorte ins Spiel, da die Förderung realistischer Berufsbilder innerhalb der Schule bisher nicht ausreicht. Diese sind prinzipiell in der Lage, vielfältige Aspekte wie das Interesse von Schüler:innen an den Naturwissenschaften (vgl. für eine Übersicht Guderian, 2006) oder das Wissenschaftsverständnis im Sinne der Wissenschaftskommunikation (Stamer, 2019) bei Jungen und Mädchen gleichermaßen zu fördern (s. Kapitel 3.4).

Die bisherigen Schilderungen sollten dabei nicht dahingehend missverstanden werden, dass ein Wissen um die Methoden und Arbeitsabläufe in den Naturwissenschaften nur im Berufsleben Relevanz hat. Um allen Menschen eine Teilhabe an gesamtgesellschaftlichen Diskursen, die in Zukunft im Rahmen der Digitalisierung und weiteren Industrialisierung sowie dem voranschreitenden Klimawandel mehr und mehr durch technische und naturwissenschaftliche Fragestellungen geprägt sein werden, zu ermöglichen, bedarf es einer naturwissenschaftlichen Grundbildung („Scientific Literacy“ OECD, 2017) für alle – also gerade auch für jene, die keinen naturwissenschaftlichen Beruf anstreben. Um zu erreichen, dass sich mehr Menschen naturwissenschaftlichen Themen zuwenden beziehungsweise sich zunächst nicht vollständig von ihnen abwenden, bedarf es allgemein positiver Einstellungen aller Personen gegenüber den Naturwissenschaften und den beteiligten Akteur:innen (s. Kapitel 3.2).

Während die Forschung zu den Vorstellungen über die Personen in den Naturwissenschaften bereits eine lange Tradition hat (s. hierzu Mead & Métraux, 1957), sind konkrete didaktische Studien zu den Vorstellungen über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen noch relativ

---

jung (Wentorf et al., 2015). Die bisherigen Studien beziehen sich dabei immer auf die Arbeitsweisen der Naturwissenschaften insgesamt und liefern erste Ansätze, wie durch außerschulische Lernorte ein adäquateres Bild der Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen vermittelt werden kann (Leiß, 2019; Stamer, 2019). Untersuchungen und Interventionen, die speziell die Schüler:innen-Vorstellungen zu den Tätigkeiten in der Physik in den Fokus nehmen, liegen bisher nicht vor. Bedenkt man insbesondere die relative Unbekanntheit der Methoden und Arbeitsweisen in der Physik und insbesondere der theoretischen Physik (A. Heine, 2018), so besteht hier aus physikdidaktischer Sicht ein relevanter Forschungsbedarf.

Es scheint also notwendig zu sein, einerseits die allgemeinen Einstellungen von Schüler:innen zu den Naturwissenschaften zu verbessern, um ihnen den Aufbau einer Scientific Literacy zu ermöglichen und ihnen andererseits eine gelingende Berufsorientierung in diesem Bereich zu bieten, damit sie, so Taskinen (2010), unter anderem keine Berufswahlentscheidungen basierend auf falschen Annahmen treffen. Außerschulische Lernangebote, die einen authentischen Einblick in die aktuelle physikalische Forschung liefern, können dabei die Möglichkeit bieten, beide Aspekte bei Jungen und Mädchen gleichermaßen zu kombinieren.

Die vorliegende Arbeit liefert daher zunächst einen Einblick in den Projektrahmen (Kapitel 2) sowie die theoretischen und empirischen Grundlagen (Kapitel 3) bevor die Ziele und das Vorgehen im Promotionsvorhaben geschildert werden (Kapitel 4). Anschließend werden zunächst die tatsächlichen Tätigkeiten von Physiker:innen eines Sonderforschungsbereiches der Kern- und Astrophysik in einer Vorstudie (Kapitel 5) ausgemacht<sup>3</sup>, welche als Grundlage für die verwendeten Erhebungsinstrumente (Kapitel 6) und die Ausgestaltung von außerschulischen Lernangeboten<sup>4</sup> (Kapitel 8) dienen. Die Erfassung der Vorstellungen von Schüler:innen zum Arbeitsalltag von Forschenden in der Physik sowie korrespondierenden affektiven und berufswahlbezogenen Merkmalen findet sich in Kapitel 7. Anschließend finden sich die Untersuchungen zum Einfluss zweier nach Dauer gestaffelter außerschulischer Lernorte auf

---

<sup>3</sup> Der SFB 1245 eignet sich hierbei besonders wegen seiner Größe, der ausschließlichen Positionierung in der Physik, seines außerschulischen Themenfeldes sowie dem Fokus auf der aktuellen Forschung (s. Kapitel 2 und 3.3.1).

<sup>4</sup> Nur ein Bruchteil der Physikstudierenden ergreift nach dem Studium auch tatsächlich den „Zielberuf“ Physiker:in (Koppel und Schröter, 2010) und arbeitet somit in der physikalischen Forschung. Da aber gerade die negativen Stereotype über diesen Zielberuf bei der Studienwahl der Schüler:innen entscheidend sein können, wird speziell dieser Teilbereich der möglichen Physikberufe thematisiert.

---

diese Aspekte in Kapitel 9 und 10. In Kapitel 11 wird der Vergleich beider Interventionsstudien angestellt, bevor Limitationen und Implikationen der vorliegenden Arbeit besprochen werden (s. Kapitel 12). Abschließend werden die wesentlichen Erkenntnisse der Arbeit in Kapitel 13 zusammengefasst.

---

## **2 Projektrahmen: Sonderforschungsbereich 1245 „Atomkerne: Von fundamentalen Wechselwirkungen zu Struktur und Sternen“**

---

Im folgenden Kapitel wird der Sonderforschungsbereich 1245 (SFB 1245) „Atomkerne: Von fundamentalen Wechselwirkungen zu Struktur und Sternen“ als Projektrahmen für die vorliegende Arbeit dargestellt. Das Projekt wurde in enger Kooperation mit dem SFB 1245 als Teil dessen Öffentlichkeitsarbeit am Institut für Kernphysik der Technischen Universität Darmstadt geplant und umgesetzt. Der SFB 1245 ist eine von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Forschungskollaboration im Themengebiet der Kern- und nuklearen Astrophysik (DFG, 2024). Teilnehmende Institutionen sind zum größten Teil die Technische Universität Darmstadt sowie das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH und die Johannes-Gutenberg-Universität Mainz<sup>5</sup>. Dabei arbeiten theoretische und experimentelle Arbeitsgruppen eng zusammen. Zum Zeitpunkt der Planung des Projektes befand sich der SFB 1245 in der zweiten Förderperiode (2020-2023)<sup>6</sup> (Technische Universität Darmstadt, 2024).

### **2.1 Forschungsziele des SFB 1245**

Der SFB 1245 definiert seine übergeordneten Ziele in seinem Verhaltenscodex („Code of Conduct“) (SFB 1245, 2021). Ziel der Kollaboration ist es demnach

- (1) naturwissenschaftliches Wissen zu erweitern und zu verbreiten,
- (2) eine neue Generation an MINT-Fachkräften und Forschenden zu inspirieren, weiter- und auszubilden
- (3) und bisher unterrepräsentierten Gruppen mehr Teilhabe zu ermöglichen (ebd. 2021).

Auf fachlicher Ebene stellt die Erforschung des Einflusses der starken Wechselwirkung – auf Basis der Quantenchromodynamik in Kombination mit der elektroschwachen Wechselwirkung – auf die Struktur von Atomkernen und damit die Erklärung und Erforschung der Nuklidkarte den zentralen Baustein des SFB 1245 dar. Insgesamt geht es also darum, eine konsistente Beschreibung der Kernstruktur für alle Bereiche von den leichten bis zu den schwersten Kernen

---

<sup>5</sup> In der dritten Förderperiode kam die Goethe-Universität Frankfurt am Main als beteiligte Institution hinzu.

<sup>6</sup> Erste Förderperiode (2016-2019), dritte Förderperiode (2024-2027).

---

der Nuklidkarte sowie zur Materie in Sternen zu erhalten. Dazu nutzen die Forschenden des SFB 1245 effektive Feldtheorien (EFT)<sup>7</sup>. Die theoretischen Überlegungen werden dabei an internationalen Forschungsanlagen sowie dem supraleitenden Darmstädter Linearbeschleuniger (S-DALINAC) experimentell überprüft. Im Bereich der nuklearen Astrophysik fokussiert sich der SFB 1245 auf Supernovae und Neutronensternverschmelzungen und die dabei ablaufenden Prozesse der Nukleosynthese. Der SFB 1245 ist dabei in folgende inhaltliche Teilbereiche A und B untergliedert:

**(A) Starke Wechselwirkungen und präzise Kernstruktur**

Die Frage, wie der Aufbau der Nuklidkarte mit chiralen EFT zu erklären ist, steht ebenso im Zentrum dieses Teilbereiches wie die Frage, ob sich das bisherige Verständnis der Kernkräfte auch experimentell überprüfen lässt. Hierzu werden neben den theoretischen Weiterentwicklungen verschiedene Experimente wie beispielsweise Elektronenstreuung am S-DALINAC oder Laserspektroskopie am COALA eingesetzt. So können beispielsweise durch Experimente am COALA präzise Rückschlüsse auf die Ladungsverteilung im Atomkern getroffen werden, was wiederum zur Überprüfung theoretischer Modelle genutzt wird.

**(B) Elektroschwache Wechselwirkung und nukleare Astrophysik**

Teilbereich B beschäftigt sich mit den Fragen, wie die elektroschwache Wechselwirkung an Atomkerne koppelt und wie Atomkerne, Neutrinos und Zustandsgleichungen Supernovae und Neutronensternverschmelzungen beeinflussen. Hierzu werden unter anderem astrophysikalische Simulationen auf Grundlage von Berechnungen von Zustandsgleichungen bei unterschiedlichen Temperaturen und Drücken erstellt. Die Zustandsgleichungen werden wiederum durch Messwerte aus Experimenten, zum Beispiel zur Polarisierbarkeit von Atomkernen, begrenzt. In der dritten Förderperiode wird das Forschungsspektrum durch astronomische Beobachtungen ergänzt, um die gemachten Vorhersagen zu überprüfen. (DFG, 2024; Technische Universität Darmstadt, 2024)

---

<sup>7</sup> EFTs sind relative Vereinfachungen von komplexen Prozessen durch den Fokus auf die wichtigsten Aspekte und Freiheitsgrade.

---

## 2.2 Organisationsstruktur des SFB 1245

Der SFB 1245 besitzt acht Teilprojekte im Bereich A und sieben Teilprojekte in Bereich B. Diese sind jedoch nicht strikt getrennt. Vielmehr gibt es starke Synergieeffekte und Kooperationen zwischen den Teilprojekten. Zusätzlich zu den beschriebenen Teilprojekten hat der SFB 1245 ein integriertes Graduiertenkolleg (MGK), um den Nachwuchswissenschaftler:innen eine strukturierte Ausbildung zu ermöglichen. Hierdurch werden der (inter-) nationale Austausch zwischen Doktorand:innen und damit erste wissenschaftliche Netzwerke ermöglicht. Durch Vorlesungswochen von angesehenen Forschenden, themenspezifische Workshops und regelmäßige Komitee-Treffen werden die Doktorand:innen auf ihrem Weg zur Promotion fachlich und strukturell begleitet.

Insgesamt arbeiten im SFB 1245 21 Professor:innen, 17 angestellte Wissenschaftler:innen, 28 Post-Doktorand:innen und 47 Doktorand:innen, also mehr als 110 Physikerinnen und Physiker zusammen<sup>8</sup>. Dabei sind die Mitglieder etwa zur Hälfte der theoretischen und zur Hälfte der experimentellen Physik zuzuordnen. Die Projektleitung wird in den Teilprojekten mehrheitlich von den Professor:innen übernommen. Um in der Untersuchung zu den Tätigkeiten im SFB 1245 (s. Kapitel 5) nicht zu viele Unterscheidungen vornehmen zu müssen, lassen sich die Mitglieder in die drei Statusgruppen Professor:innen, Post-Docs (also jene mit bereits erfolgter Promotion: laut Website Post-Doktorand:innen und angestellte Wissenschaftler:innen) und Doktorand:innen unterteilen.

---

<sup>8</sup> Die Zahl schwankt je nach Förderperiode und abhängig von Ein- und Austritten. Es gibt außerdem eine schwankende Anzahl an Bachelor- und Masterstudierenden, die die Projekte unterstützen.

---

## 3 Grundlagen

---

Das folgende Kapitel soll den Rahmen abstecken, in dem sich die vorliegende Dissertation verorten lässt. Dazu werden theoretische Modelle erörtert, Begrifflichkeiten im entsprechenden Kontext ausgeschärft und der aktuelle Forschungsstand durch ausgewählte empirische Studien dargestellt. Das Ziel kann hierbei keinesfalls eine vollumfängliche theoretische Beschreibung aller einzelnen Aspekte sein. Es geht vielmehr darum, ein konkretes Bild des Forschungsfeldes zu zeichnen, Forschungsdesiderate zu identifizieren, um darauf aufbauend das empirische Vorgehen in der vorliegenden Arbeit zu argumentieren.

Zunächst wird dargestellt, dass der Physik kein allzu positives Image nachgesagt werden kann. Anschließend wird geklärt, wie sich Personen aus den Naturwissenschaften und deren Arbeitsalltag durch Konstrukte aus der Natur der Naturwissenschaften und der Berufswahlforschung charakterisieren lassen. Ergänzend werden hierbei die entsprechenden, teils unzureichenden Vorstellungen von Schüler:innen und mögliche Folgen für deren Wissenschaftsverständnis und Berufs- und Studienwahl diskutiert. Anschließend werden außerschulische Lernangebote als geeignete Intervention dargelegt und korrespondierende Einflussfaktoren identifiziert.

### 3.1 Image und Stereotype der Physik

Welche Assoziationen werden geweckt, wenn sich Personen zur Physik äußern sollen? Kree (2023) stellt anekdotisch fest, dass hier nicht selten die Schwierigkeit dieser Wissenschaft hervorgehoben wird und anschließend recht schnell zu Spekulationen über Science Fiction wie Zeitreisen oder technische Anwendungen gewechselt wird. Ebenso häufig folgen im Verlauf des Gespräches dann Aussagen über Erlebnisse im eigenen Physikunterricht und den diesbezüglich empfundenen Unmut. Man könne, so Kree (2023, S. VII), sogar öffentlich damit kokettieren, schon in der Schule nichts von Physik verstanden zu haben. Es ist daher nicht verwunderlich, dass bereits Schüler:innen keine allzu positiven Beschreibungen bemühen, wenn sie zum Image der Physik und besonders des Physikunterrichts befragt werden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass Schüler:innen bei der Betrachtung des Unterrichtsfachs und der Wissenschaft unterschiedliche Auffassungen haben. Weißnigk (2013) findet, dass Schüler:innen dem Physik- und Chemieunterricht jeweils ein schlechteres Image zuschreiben, als der jeweiligen Wissenschaft. Bezüglich der Fächerbeliebtheit zeigen breit angelegte nationale und

---

internationale Studien, dass die Naturwissenschaften und dabei besonders die Physik auf den unteren Plätzen der Lieblingsfächer rangieren (Merzyn, 2008; Osborne, Simon & Collins, 2003; Schreiner, 2006; Sjøberg, 2000; Strömmer & Winkelmann, 2020). Eine gewisse Ausnahme bildet das Fach Biologie. Während Biologie bei den Schüler:innen im Verlauf der Schuljahre gleichbleibend gemocht wird, nimmt die Beliebtheit des Faches Physik immer weiter ab (Williams et al., 2003). Einige Studien finden diesen Rückgang für Mädchen in verstärkter Form (z. B. in Barmby et al., 2008). Die Physik ist also offensichtlich mit einem, von einer Mehrheit der Gesellschaft zumindest in Grundzügen geteilten, negativen Stereotyp und Image belegt. Laut Kessels et al. (2006) haben das Image eines Schulfaches und Stereotype über dieses Schulfach eine ähnliche Funktion. Da diese Begriffe nicht einheitlich verwendet werden, folgt zunächst eine Begriffs- und Arbeitsdefinition, bevor das Image der Naturwissenschaften/Physik näher beleuchtet wird.

Ein *Image* bezeichnet zunächst nach Kleining „...die als dynamisch verstandene, bedeutungsgeladene, mehr oder weniger strukturierte Ganzheit der Wahrnehmungen, Vorstellungen, Ideen und Gefühle, die eine Person – oder eine Mehrzahl von Personen – von irgendeiner Gegebenheit besitzt.“ (1969, S. 444) Es geht dabei also weniger um tatsächliche Charakteristika eines Gegenstandes als meist um subjektive Wahrnehmung und Empfindungen bezüglich dessen. Weißnigk spezifiziert den Begriff des Images im Schulbezug folgendermaßen: „Damit umfasst das Image eines Schulfachs den überwiegenden Gesamteindruck von Schülerinnen und Schülern von diesem Fach.“ (2013, S. 53).

Der Begriff des *Stereotyps*<sup>9</sup> ist hiermit stark verwandt, bezieht sich allerdings eher auf die gesellschaftlich geteilten Vorstellungen und Konzepte über Personen oder Gruppen. Hierbei stehen zum Beispiel angenommene Persönlichkeitsmerkmale, Verhaltensweisen oder Lebensumstände im Vordergrund (Deutsch & Roth, 2023). Nach Deutsch und Roth (2023) können es Stereotype erleichtern, die Komplexität des Alltages zu bewältigen, gehen aber auch mit Problemen einher. Dies treffe besonders dann zu, wenn sie unser Verhalten derart beeinflussen, dass beispielsweise Menschen für Straftaten aufgrund von Stereotypen härter bestraft werden oder berufliche Chancen eingeschränkt werden (s. hierzu auch Tintori, 2017).

---

<sup>9</sup> In Hannover und Kessels (2002) wird der Begriff des „Prototypen“ synonym verwendet. In der Regel können hiermit allerdings auch Gegenstände beschrieben werden.

---

Eine ausführliche Beschreibung des Stereotyps „Naturwissenschaftler:in“ beziehungsweise „Physiker:in“ und deren Arbeitsalltag findet sich in Kapitel 3.2.1.

Da ein Image nach Kleining keinesfalls eine festgelegte Eigenschaft, sondern hochdynamisch ist, stellt sich nun die Frage, wieso diese „Ganzheit der Wahrnehmungen, Vorstellungen und Gefühle“ zur Physik– kurz das Image der Physik – so negativ konnotiert ist. Die Gründe für das negative Image des Physikunterrichts sind vielfältig und sollen an dieser Stelle nur kurz angerissen werden. Die Berliner Gruppe um Hannover und Kessels liefert einige Aspekte, in denen sich das negative Image des Physikunterrichts äußert (z. B. in Hannover & Kessels, 2002; Kessels & Hannover, 2004; Kessels et al., 2002; Kessels et al., 2006).

### **(1) Schwierigkeit**

Der Physikunterricht<sup>10</sup> gilt unter Schüler:innen und dabei besonders bei den Mädchen als schwieriger als beispielsweise Deutsch, Französisch oder Englisch. Um Erfahrungen des Scheiterns zu vermeiden, könnten Schüler:innen sich von der Physik abwenden (auch in Carlone, 2004; Jenkins & Nelson, 2005).

### **(2) Fähigkeitsdiagnostik**

Dem Physikunterricht werden stärker diagnostische Eigenschaften zugeschrieben. Damit werden Erfolge und Misserfolge in Physik eher als Indikatoren für Intelligenz angesehen, als Leistungen in sprachlichen Fächern. Misserfolge in der Physik könnten daher eher als „bedrohlich“ angesehen werden, als in anderen Fächern (ebd. 2004, S. 400).

### **(3) Selbstaffirmation und Sinnlichkeit**

Der Physikunterricht biete weniger Möglichkeiten zum Ausdruck der eigenen Persönlichkeit und lasse weniger Raum für positive sinnliche Erlebnisse als geisteswissenschaftliche Fächer.

---

<sup>10</sup> In den genannten Artikeln wurden meist Mathematik und Physik als Paar jeweils anderen Fächern gegenübergestellt.

---

#### **(4) Männlichkeit**

Die Physik wird stärker als andere Fächer als „Jungenfach“ wahrgenommen, was besonders für Mädchen das Gefühl der Zugehörigkeit erschweren kann (vgl. hierzu z. B. Archer et al., 2010; Cheryan et al., 2017; Smith & Erb, 1986; Whitehead, 1996).

Kurz gesagt: Der Physikunterricht gilt als zu schwer und wenig attraktiv. Dies gilt für beide Geschlechter, wobei sich besonders Mädchen kaum mit der Physik identifizieren können (Sjøberg, 1988). Cheryan et al. (2017) finden diese Tatsache als eine der Ursachen, dass Frauen nach wie vor deutlich seltener Hochschulabschlüsse in den Naturwissenschaften und besonders in der Physik, Informatik und Ingenieurwesen absolvieren (mehr zu den potenziellen Auswirkungen auf die Berufs- und Studienwahl in Kapitel 3.3.2). Kessels et al. (2002) bringen diesen Umstand bereits im Jahr 2002 mit ihrer Überschrift auf den Punkt, in der sie die Frage stellen, ob die Physik reif für eine Image-Kampagne sei (ebd. 2002, S. 65).

Da die Vorstellungen über Personen, die als typisch für ihr Fach angesehen werden, das Image des Faches stark beeinflussen, sollen in den folgenden Abschnitten daher die vorliegenden Stereotype zu Naturwissenschaftler:innen beziehungsweise Physiker:innen und deren Arbeitsalltag näher beschrieben werden. Außerdem wird zunächst die grundlegende Frage geklärt, warum eine Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Themen überhaupt für die Mehrheit notwendig ist. Da das Image eines Faches und Stereotype über die Akteur:innen in der entsprechenden Fachwissenschaft einen Einfluss auf die Ausbildung von schulischen Interessen haben (Kessels et al., 2006), werden im Anschluss der Interessenbegriff näher erläutert und korrespondierende empirische Studien vorgestellt. Anschließend werden mögliche Auswirkungen von negativen Images und Stereotypen zu den Naturwissenschaften auf die Berufs- und Studienwahl erörtert und außerschulische Lernorte als vielversprechende Ansätze zur Verbesserung argumentiert.

### **3.2 Nature of Scientists**

Um die Herausforderungen der heutigen Zeit wie beispielsweise den Klimawandel, eine nachhaltige Transformation der Energieversorgung oder die voranschreitende Automation der Wirtschaft zu verstehen und um an deren Bewältigung mitwirken zu können, bedarf es einer naturwissenschaftlichen Grundbildung („Scientific Literacy“) für alle (z. B. Driver et al., 1996; Höttecke & Schecker, 2021; McComas et al., 1998; Siarova, H., Sternadel, D. & Szónyi, E.,

---

2019). Die OECD (2017) beschreibt Scientific Literacy als die allgemeine Fähigkeit von reflektierten Mitmenschen, sich mit naturwissenschaftlichen Themen und Ideen auseinandersetzen zu können. Dabei sind weniger die expliziten Fachinhalte von Interesse als vielmehr ein Grundverständnis der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und Wege der Erkenntnisgewinnung<sup>11</sup>. Ein Wissen um das Wesen – um die Natur der Naturwissenschaften (im Folgenden „Nature of Science“ (NOS)) – sowie um die Wege der Erkenntnisgewinnung („Nature of Scientific Inquiry“ (NoSi)) spielt daher bei der Entwicklung einer hinreichenden Scientific Literacy eine entscheidende Rolle (Holbrook & Rannikmae, 2009; Lederman & Lederman, 2012; Neumann, 2011). Es besteht dementsprechend ein weitreichender Konsens darüber, dass NOS-Inhalte in der Schule vermittelt werden sollten (Osborne, Collins et al., 2003). Je nachdem aus welcher Forschungsrichtung man sich NOS dabei nähert, gibt es unterschiedliche Schwerpunkte und Grundannahmen über die Merkmale der Naturwissenschaften (Höttecke & Schecker, 2021). So tragen nach McComas und Olson (1998) philosophische, geschichtliche, psychologische und soziologische Betrachtungsweisen dazu bei, das Verständnis von NOS zu verbessern (s. Abb. 1).

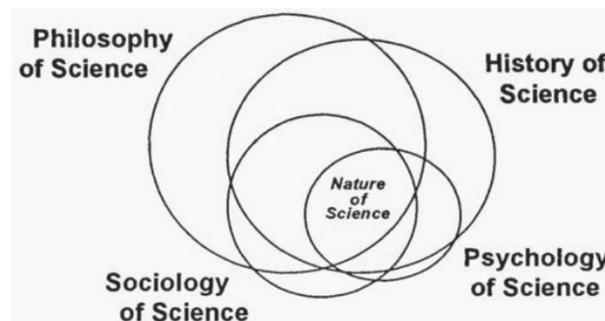


Abb. 1: Disziplinen, die zum Verständnis von NOS beitragen (McComas & Olson, 1998, S. 50).

Für die vorliegende Arbeit ist dabei besonders die soziologische Betrachtungsweise nach McComas und Olson von Interesse, da hierüber Informationen zu den Akteur:innen, also, wer Naturwissenschaftler:innen sind und wie sie arbeiten, gewonnen werden können (ebd. 1998). Auch aus pragmatischer Sicht ist diese Betrachtungsweise durchaus einleuchtend. Bereits Einstein hat zu Beginn einer Vorlesung über das Wesen und die Methoden der theoretischen

---

<sup>11</sup> Bereits (1990) plädiert Meyling aufgrund mangelnder Vorstellungen der Schüler:innen für einen stärker wissenschaftstheoretischen Physikunterricht.

---

Physik gesagt, man solle sich auf die Tätigkeiten von Physiker:innen fixieren, wenn man etwas über sie lernen wolle:

If you want to find out anything from the theoretical physicists about the methods they use, I advise you to stick closely to one principle: don't listen to their words, fix your attention on their deeds. (Einstein, 1960, S. 270)

Mohan und Kelly (2020) gehen diesen Schritt noch weiter und stellen NOS als Ergebnis der vielfältigen alltäglichen wissenschaftlichen Praxis einzelner Naturwissenschaftler:innen dar. NOS könne somit als Ergebnis der Überschneidung vieler „Nature of Scientists“ (NOSist) dargestellt werden (ebd. 2020). Wentorf et al. (2015) kommen unabhängig zu derselben Betrachtungsweise. Sie sehen die vielfältigen Tätigkeiten im Forschungsalltag von Naturwissenschaftler:innen nicht hinreichend durch die bisherigen NOS-Konstrukte abgedeckt und argumentieren somit für die Notwendigkeit eines gesonderten „Nature of Scientists“-Konstrukts<sup>12</sup>. Kurzum, will man etwas über das Wesen der Naturwissenschaften lernen, so ist ein Blick auf die Akteure und deren Tätigkeiten unabdingbar.

In dem Diskurs zu NOS wurde mehrfach festgestellt, dass besonders Schüler:innen von einer Auseinandersetzung mit dem Wesen der Naturwissenschaften profitieren (z. B. in Driver et al., 1996; Lederman & Lederman, 2012; McComas, 1998). Daher sollen im Folgenden die Vorstellungen von Schüler:innen (aber auch anderer Altersgruppen) zur Person der/des Naturwissenschaftler:in und deren Tätigkeiten dargestellt werden.

### 3.2.1 Stereotype und Vorstellungen über Naturwissenschaftler:innen

The scientist is a man who wears a white coat and works in a laboratory. He is elderly or middle aged and wears glasses. He is small, sometimes small and stout or tall and thin. He may be bald. He may wear a beard, may be unshaven and unkempt. He may be stooped and tired.

He is surrounded by equipment: test tubes, bunsen burners, flasks and bottles, a jungle gym of blown glass tubes and weird machines with dials. The sparkling white laboratory is full of sounds: the bubbling of liquids in test tubes and flasks, the squeaks and squeals of laboratory animals, the muttering voice of the scientist.

He spends his days doing experiments. He pours chemicals from one test tube into another. He peers raptly through microscopes. He scans the heavens through a telescope [or a microscope!]. He experiments with plants and animals, cutting them apart, injecting serum into animals. He writes neatly in black notebooks. (Mead & Métraux, 1957, 386 f.)

---

<sup>12</sup> In Wentorf et al. (2015) wird „Nature of Scientists“ mit (NoSt) abgekürzt.

---

Mead und Métraux (1957) erheben in einer frühen Studie die Vorstellungen von Highschool Schüler:innen über Naturwissenschaftler:innen anhand von etwa 35 000 Essays. Das obige Zitat ist das Kondensat der Lernendenantworten auf die Eingangssphrase „When I think about a scientist, I think of...“ (ebd. 1957, S. 385)<sup>13</sup>. Die Autorinnen fassen das Bild als unzureichend, gar falsch, zwar wertschätzend, aber unattraktiv und als Ergebnis von Unterricht und Unterrichtsmaterialien und der Beeinflussung durch Eltern und Medien zusammen.

Bereits vor etwa 65 Jahren liefern Mead und Métraux (1957) damit eine breite Datengrundlage, die den Stereotyp einer Person aus den Naturwissenschaften beschreibt. Sie umreißen zusätzlich bereits zwei weitgreifende Ansätze, wie damit umzugehen sei. Einerseits sehen sie die Massenmedien („massmedia“ (ebd. 1957, S. 388)) in der Verantwortung, ein realistisches Bild der Naturwissenschaften zu transportieren. Sie fordern einen stärkeren Fokus auf „Pictures of scientific activities of groups, working together, drawing in people of different nations, of both sexes and all ages, people who take delight in their work, could do a great deal of good.“ (Mead & Métraux, 1957, S. 389). Andererseits nennen sie neun Punkte, an denen man im Bildungssystem ansetzen sollte, von denen drei aufgrund ihrer Relevanz für die vorliegende Arbeit und deren Aktualität kurz beschrieben werden (alle in ebd. 1957, S. 389).

(1) Mehr Frauen und damit mehr weibliche „role models“ in der Wissenschaft und als Lehrerinnen.

Nach wie vor identifizieren sich Mädchen weniger mit den Naturwissenschaften als Jungen, auch aufgrund fehlender Vorbilder (Kalender et al., 2019) und der wahrgenommenen Männlichkeit des Faches (s. hierzu auch 3.1). Entsprechende Einflüsse auf das Image der Naturwissenschaften und der Zusammenhang von Vorbildern/Stereotypen und Selbstwahrnehmung von Schüler:innen werden in Abschnitt 3.3.2 weiter diskutiert.

(2) Weniger Fokus auf herausragende Individuen.

Naturwissenschaftler:innen werden häufig als Genies und Eliten gesehen. Einstein wird beispielsweise als der typische Physiker angesehen und stellt in gewisser Weise ein unerreichbares Ideal dar (vgl. z. B. DeWitt et al., 2013; McComas, 1998; Palomba, 2017a,

---

<sup>13</sup> Einem Teil der Schüler:innen wurden andere Eingangssphrasen mit positiven oder negativen Konnotationen über Naturwissenschaftler:innen vorgelegt.

---

2017b). Auch in den vorliegen Studien taucht das Einstein-Ideal, wie noch zu zeigen sein wird, regelmäßig auf.

(3) Fachwissenschaften und ihre Arbeitsweisen direkt benennen.

Die Verallgemeinerung von Naturwissenschaftler:innen, deren Arbeitsweisen und Methoden sollte vermieden werden. Wer ein:e theoretische:r Physiker:in ist und was er oder sie in seinem/ihrer Arbeitsalltag macht, kann und sollte dementsprechend auch von Biolog:innen oder Chemiker:innen unterschieden werden. Eine Verallgemeinerung aller Naturwissenschaften mag also bei übergreifenden Konstrukten wie NOS angebracht sein, kann aber beim Abbau von Stereotypen über die Personen in der Physik, Chemie, Biologie usw. nicht unbedingt hilfreich sein (mehr hierzu in 3.2.2.3).

Eine andere, sehr häufig genutzte Möglichkeit, die Vorstellungen über Naturwissenschaftler:innen zu Tage zu fördern, sind „Draw-a-Scientist-Tests“ (DAST). Hierbei werden die Teilnehmenden aufgefordert ein Bild von einer Person in den Naturwissenschaften zu zeichnen.<sup>14</sup> Chambers (1983) sammelt hierzu in einer ersten groß angelegten Studie in den Jahren 1966 bis 1977 etwa 4800 Zeichnungen von Fünf- bis Elfjährigen in Kanada und analysiert sie hinsichtlich des Vorhandenseins sieben verschiedener Indikatoren, die das Standardbild von Naturwissenschaftler:innen ausmachen (ebd. 1983, S. 258):

- (1) Laborkittel,
- (2) Brille,
- (3) Gesichtsbehaarung,
- (4) „Symbols of Research“: wissenschaftliche Geräte und jegliches Laborequipment,
- (5) „Symbols of knowledge“: Bücher und Aktenschränke,
- (6) Technologie als „Produkte der Naturwissenschaft“,
- (7) Auffällige Beschriftungen: Formeln oder Ausrufe wie „Heureka!“

---

<sup>14</sup> Entsprechende Schüler:innen-Zeichnungen von Physiker:innen, die im Rahmen dieser Arbeit entstanden sind, finden sich im Anhang 6.

---

Nahezu alle Schüler:innen zeichneten einen männlichen Wissenschaftler<sup>15</sup>. Laborkittel, Brille, seltsam anmutende Gesichtsbehaarung und meist chemisches Equipment tauchten am häufigsten auf, wobei insgesamt erst ab der zweiten Jahrgangsstufe eine relevante Anzahl an stereotypischen Indikatoren zu finden war. Diese Ergebnisse wurden in zahlreichen Studien in verschiedenen Ländern mehrheitlich repliziert (z.B. in Boylan et al., 1992; Finson et al., 1995; Hill & Wheeler, 1991; Huber & Burton, 2010; Türkmen, 2008). Finson (2002) fasst in einem Review die zurückliegenden 50 Jahre der DAST-Forschung zusammen und kommt zu dem Ergebnis, dass die grundlegenden Elemente, die von Mead und Métraux (1957) aufgezeigt wurden, über Altersklassen, Jahrgangsstufen und Jahrzehnte hinweg persistent sind. Bezugnehmend auf zwei Studien von Smith und Erb (1986) und Bodzin und Gehringer (2001) stellt Finson (2002) fest, dass der direkte Austausch zwischen Schüler:innen und Naturwissenschaftler:innen authentische Einblicke liefern und dadurch Stereotype über und die Wahrnehmung von Naturwissenschaft verbessern kann. Der Kontakt zu Forschenden als „regular people“ (ebd. 2002, S. 343) vor allem auch an außerschulischen Lernorten würde sich seiner Ansicht nach also lohnen (mehr hierzu in Kapitel 3.4).

Neuere Ergebnisse zeigen unter Jugendlichen teilweise einen Rückgang der Stereotype, wenn auch hier die Studienlage nicht einheitlich ist. Türkmen und Koseoglu (2023) sowie Kelly (2018) finden beispielsweise einen Rückgang des Geschlechterstereotyps, während dies bei Leiß (2019) und Hagenkötter et al. (2021) nicht der Fall ist. Insgesamt zeigt sich aber, dass vor allem die Arbeit im Labor und das Experimentieren nach wie vor konstituierend für die Arbeit in den Naturwissenschaften in den Vorstellungen vieler Schüler:innen sind. McComas (1998) sieht dies als eine der zentralen Fehlvorstellungen zu NOS. Häufig beschreiben oder zeichnen Schüler:innen dabei Chemiker:innen oder zumindest Laborequipment in Bezug zur Chemie (Leiß, 2019; Thomson et al., 2019). Außerdem wird angenommen, dass Naturwissenschaftler:innen meist alleine und sozial isoliert arbeiten (Driver et al., 1996; Tintori, 2017).

Höttecke (2001) liefert neben einer detaillierten Aufstellung zur NOS-Forschung auch einige Beiträge zur Person der/des Naturwissenschaftler:in. Er konstatiert, dass das Vorverständnis

---

<sup>15</sup> Lediglich 28 weibliche Naturwissenschaftlerinnen wurden – ausschließlich von Mädchen (49 Prozent der Stichprobe) – gezeichnet.

---

von Schüler:innen über Naturwissenschaftler:innen durch zahlreiche soziale Einflüsse, wie die Schule, die Medien oder die Familie geprägt werden (auch so bei Driver et al., 1996; Mead & Métraux, 1957). Höttecke geht insbesondere davon aus, dass Schüler:innen kein konsistentes Bild von Naturwissenschaftler:innen haben, sondern vielmehr jeweils ein Konglomerat aus zahlreichen mehr oder weniger stereotypischen Bildern vorliegt. Er kritisiert daher auch das Vorgehen der klassischen DAST, da hierbei das Abrufen stereotypischer Bilder provoziert würde<sup>16</sup> (ebd. 2001). Leiß (2019) versucht dies in seinem angepassten DAST bewusst zu verhindern, indem er die Möglichkeit eröffnet, mehrere Bilder von Naturwissenschaftler:innen zu zeichnen und diese mit erklärenden Texten zu versehen. Allerdings tauchten auch bei den zweiten oder dritten Bildern, die in diesem Zusammenhang von Schüler:innen gezeichnet wurden, noch stereotypische Merkmale auf. So sinkt beispielsweise der relative Anteil von experimentellen Tätigkeiten in den Bildern von 89 Prozent (erstes Bild) auf 65 Prozent (drittes Bild). Dennoch ist das Experimentieren weiterhin mit Abstand die am häufigsten dargestellte Tätigkeit (ebd. 2019, S. 90).

Zusammenfassend bleibt zu sagen, dass, wenn man Schüler:innen nach Forschenden in den Naturwissenschaften fragt, sich nach wie vor zahlreiche Stereotype, die bereits vor 65 Jahren von Mead und Métraux (1957) beschrieben wurden, finden. Das einleitende Zitat lässt sich dergestalt heutzutage vielleicht nicht mehr reproduzieren. Dennoch bleibt festzustellen, dass Naturwissenschaftler:innen in den Köpfen von Schüler:innen nach wie vor mit eher negativen Stereotypen assoziiert werden, was, wie im Weiteren noch gezeigt werden soll, Einflüsse auf die Studien- und Berufswahl, das Interesse und das Image der Naturwissenschaften hat (s. Kapitel 3.3).

Es ist außerdem anzumerken, dass ein stereotypisches Bild nicht nur bei Schüler:innen vorliegt, sondern auch bei Lehramtsstudierenden der Naturwissenschaften (Höttecke & Rieß, 2007; Wentorf et al., 2017), Erwachsenen (Chambers, 1983; Ertl, 2010; McComas et al., 1998), Lehrkräften (Hatzinikita et al., 2009; Quita, 2003) und teilweise selbst bei Forschenden (Chambers, 1983).

---

<sup>16</sup> Finson (2002) weist auf Seiten der DAST-Forschung auch selbst auf dieses Problem hin und warnt vor vorschnellen Interpretationen der gemalten Bilder.

---

### 3.2.2 Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen und RIASEC+N Modell

Nachdem das Bild einer Person aus den Naturwissenschaften – mehr oder weniger stereotypisch durch die Sichtweise von Schüler:innen – gezeichnet ist, bleibt die Frage offen, wie der Arbeitsalltag einer solchen Person konkret aussieht. Eine erste praktikable Orientierung vermag hierzu die Klassifikation der Berufe der Bundesagentur für Arbeit (BA) zu bieten (ebd. 2021). Hierin sind 1300 Berufsgattungen auf unterschiedlichen fachlichen Niveaus mit detaillierten Inhalts- und Tätigkeitsbeschreibungen gelistet. Davon machen Berufe im MINT-Bereich noch etwa ein Drittel, mit 470 Berufsgattungen aus (Härpfer & Neuhauser, 2022). Betrachtet man nun ausschließlich den naturwissenschaftlichen Bereich und bezieht lediglich Berufe mit ein, die ein Studium voraussetzen, so werden immer noch etwa 60 Berufe im BERUFENET ([www.berufenet.de](http://www.berufenet.de)) der BA aufgeführt (Bundesagentur für Arbeit, 2024), die eine breite Spanne von Agrarbiolog:in bis Wirtschaftspophysiker abdecken<sup>17</sup>. Kurzum, das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftler:innen ist äußerst divers und dessen Beschreibung daher kein einfaches Unterfangen. Auch die wissenschaftstheoretische Herangehensweise von NOS und NOSI liefert hierzu nur erste Hinweise. Wentorf et al. (2015) stellen fest, dass nur einige Tätigkeitsbereiche in den Naturwissenschaften hiervon auf abstrakte Art und Weise beschrieben werden. So liefere das Konstrukt NOSI lediglich Einblicke in den „... eng umrissenen Bereich des eigentlichen Forschens“ (ebd. 2015, S. 209). Aus der NOS-Forschung lasse sich beispielsweise durch die soziale Komponente von Naturwissenschaft die Notwendigkeit von Aushandlungsprozessen und damit der kooperative Austausch zwischen den Akteur:innen als Tätigkeitsbereich ausmachen (ebd. 2015). Andere Tätigkeitsbereiche wie die Wissenschaftsverwaltung bleiben dabei mit dieser Blickrichtung jedoch eher unbeachtet. Wissenschaftssoziologische Studien hingegen liefern teilweise genaueste Beschreibungen von Tätigkeiten, wie in einer Fallstudie in einem Life-Science-Labor von Latour und Woolgar (1986). Sie unterscheiden bei ihrer Beschreibung zwei Bereiche A (Büro) und B (Labor) in denen verschiedene Tätigkeiten wie „... cutting, sewing, mixing, shaking, screwing, marking...“

---

<sup>17</sup> Frank (2014) weist darauf hin, dass die Datengrundlage von BERUFENET nicht auf der Website ersichtlich ist. Auf Nachfrage bei BERUFENET dienen als Datengrundlagen „... je nach Bildungsgang/Beruf - die entsprechenden Rechtsgrundlagen (z.B. Ausbildungs- und Prüfungsverordnungen), die Auswertung von Stellenanzeigen sowie Informationen von Bildungsanbietern, Behörden, Verbänden und Unternehmen.“ BERUFENET Kundenreaktionsmanagement (Persönliche Mitteilung, 2. Februar 2024, S. 1) Eine erste Orientierung kann die Website dementsprechend ohne Weiteres liefern.

---

und „... reading, writing, or typing.“ (ebd. 1986, S. 45) ausgeführt werden. Da sie die Tätigkeiten im Anschluss eher auf einer Metaebene nutzen, um den Genese-Prozess wissenschaftlicher Fakten zu analysieren, bleibt auch hier eine systematische Beschreibung naturwissenschaftlicher Tätigkeiten aus<sup>18</sup>.

Will man die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen dennoch fassbar machen, bedarf es also einer Betrachtung, die alle Facetten von Tätigkeiten in der naturwissenschaftlichen Forschung miteinbezieht. Wentorf et al. (2015) schlagen hierzu das RIASEC+N Modell als einen gangbaren Weg der Klassifizierung vor, welches im Folgenden näher beschrieben werden soll. Da schon länger bekannt ist, dass Schüler:innen auch über die Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften eher verkürzte Vorstellungen haben (z. B. Driver et al., 1996; McComas, 1998), werden anschließend wesentliche fachdidaktische Studien zu den entsprechenden Schüler:innen-Vorstellungen beschrieben.

### 3.2.2.1 RIASEC+N Modell

Eine Möglichkeit, die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen zu klassifizieren, ist das RIASEC-Modell, ein psychologisches Modell der Berufswahlforschung nach Holland (1997). Es gilt nach Fouad (2007) als eines der am meisten genutzten und untersuchten Modelle in der „Person-Environment-Fit“-Forschung (PE-Fit). Die PE-Fit Forschung folgt grundsätzlich der Prämisse, dass eine Person für eine gelingende Berufswahl einerseits sich selbst und andererseits die Arbeitswelt („world of work“) kennen müsse (ebd. 2007, 545 f.). In seiner Theorie versucht Holland dementsprechend individuelle Berufswahlen auf der Basis von persönlichen Interessen zu empfehlen. In dem Modell wird jede Person nach den sechs Interessendimensionen realistisch (*Realistic*), forschend (*Investigative*), künstlerisch (*Artistic*), sozial (*Social*), unternehmerisch (*Enterprising*) und konventionell (*Conventional*) klassifiziert. Je nach Ausprägung in den Dimensionen lässt sich jeder Person ein Drei-Buchstaben-Code zuordnen, der den Persönlichkeitstyp (personality pattern) beschreibt. Ebenso unterscheidet er die Arbeitsumgebungen (Environments) nach diesen RIASEC-Dimensionen. So ist beispielsweise eine Möbelschreinerei stark durch realistische Tätigkeiten geprägt. Durch den

---

<sup>18</sup> Dazu sei angemerkt, dass dies auch nicht das Ziel der Studie war.

---

Abgleich des Persönlichkeitstyps mit der Arbeitsumgebung lassen sich berufliche Entscheidungen vorhersagen oder begründen. (ebd. 1997)

Für die naturwissenschaftsdidaktische Forschung wird dieses Modell erstmals von Dierks, Höffler und Parchmann (2014) adaptiert. Im Gegensatz zu Holland, der den Beruf der/des Physiker:in oder Biolog:in ausschließlich in der *Investigative* Dimension verortet, postulieren Dierks, Höffler und Parchmann, dass die heutige naturwissenschaftliche Forschung so facettenreich sei, dass sie Teile aller RIASEC-Dimensionen widerspiegelt<sup>19</sup> (ebd. 2014; außerdem in Wentorf et al., 2015). Die Studie von Dierks, Höffler und Parchmann untersucht die Interessen von Jugendlichen der siebten bis zehnten Jahrgangsstufe an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten in der Schule, der Freizeit und in Fördermaßnahmen. Mittels Fragebogen wurden die Interessen der Kinder an Tätigkeiten in den verschiedenen Lernumgebungen erhoben. Eine anschließende konfirmatorische Faktorenanalyse ergab neben den sechs RIASEC-Dimensionen eine neue siebte Dimension (*Networking*). Hier stehen Tätigkeiten im Fokus, die einen peer-to-peer Austausch zugrunde legen und im heutigen Forschungskontext unerlässlich sind (z.B. Konferenzen besuchen, sich mit internationalen Kolleg:innen austauschen) (vgl. ebd. 2014). Der Austausch und damit die soziale Komponente (auf Augenhöhe) wird auch immer wieder als ein wesentliches Merkmal in Bezug auf NOS genannt (z. B. in Driver et al., 1996; Mead & Métraux, 1957). Das nun sieben faktorielle Modell bietet eine Möglichkeit, die diversen Tätigkeiten in der naturwissenschaftlichen Forschung differenziert zu beschreiben (s. Tabelle 1). Da einerseits die RIASEC-Dimensionen bereits in zahlreichen Studien zur Berufsorientierung für die Beschreibung von Arbeitsumgebungen genutzt wurden und um andererseits anschlussfähig an fachdidaktische Studien in diesem Bereich (s. Tabelle 2) zu sein, wird daher auch in der vorliegenden Arbeit die RIASEC+N Struktur für die Klassifizierung von Tätigkeiten in der naturwissenschaftlichen Forschung verwendet.

---

<sup>19</sup> Armstrong et al. (2008) liefern in ihrer Arbeit bereits erste Indizien dafür, dass Naturwissenschaftler zwischen den Dimensionen zu verorten sind.

Tabelle 1: Übersicht über die Merkmale der verschiedenen RIASEC+N Dimensionen.

<b>Dimension</b>	<b>Typische Aktivität (Holland, 1997)</b>	<b>Typischer Beruf (Holland, 1997)</b>	<b>Typische Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen (Wentorf et al., 2015)</b>
<i>Realistic</i>	Etwas bauen, reparieren	Schreiner:in	Messungen durchführen
<i>Investigative</i>	Beobachten, analysieren	Physiker:in	Ergebnisse aus Experimenten auswerten
<i>Artistic</i>	Designen, malen	Musiker:in	Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln
<i>Social</i>	Unterrichten	Lehrkraft	Studenten [sic] betreuen
<i>Enterprising</i>	Gelder akquirieren	Manager:in	Gelder für Forschungsprojekte einwerben
<i>Conventional</i>	Administration	Bibliothekar:in	Verwaltungsaufgaben erledigen
<i>Networking</i>			Austausch mit Wissenschaftlern [sic] anderer Universitäten

Anschließend Studien nutzen das modifizierte RIASEC+N Modell, um Aussagen über die Interessen an oder die Vorstellungen von Schüler:innen über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern in verschiedenen Lernkontexten zu erheben. In Tabelle 2 sind die wesentlichen naturwissenschaftsdidaktischen Studien der letzten Jahre dargestellt, die das RIASEC+N Modell genutzt haben. Außerdem sind die anhand des RIASEC+N Modells erhobenen Konstrukte, der Ursprung der dafür verwendeten Fragebögen sowie die Zielgruppe der Studien aufgelistet.

Tabelle 2: Auflistung ausgewählter naturwissenschaftsdidaktischer Studien und deren Verwendungszweck des RIASEC+N Modells.

<b>Autor:innen der Studie</b>	<b>Anhand des RIASEC+N Modells erhobene Konstrukte</b>	<b>Verwendetes Instrument</b>	<b>Zielgruppe: Schüler:innen der Jahrgangsstufe...</b>
Dierks, Höffler & Parchmann, 2014	Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Schul-/Freizeitaktivitäten und Förderangeboten	Selbst entwickelt entlang von RIASEC-Dimensionen	Sieben bis zehn
Dierks et al., 2016	Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Schul-/Förderaktivitäten und beruflichen Aktivitäten	adaptierte Version von Dierks, Höffler und Parchmann (2014)	Acht bis zwölf
Wentorf et al., 2015	Vorstellungen und Selbstwirksamkeitserwartungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen sowie Interesse an naturwissenschaftsbezogenen beruflichen Aktivitäten	Selbst entwickelt durch Interviews mit Schüler:innen und Naturwissenschaftler:innen, orientiert an „Allgemeinen Interessen und Struktur Test“ (Bergmann & Eder, 1992)	Zehn
Blankenburg et al., 2016	Interesse an Tätigkeiten im biologischen, chemischen oder physikalischen Kontext	adaptierte Version von Dierks, Höffler & Parchmann, 2014	Sechs

Habig et al., 2018	Interesse an chemiebezogenen Tätigkeiten in den Kontexten privat, sozial und beruflich	Selbst entwickelt, orientiert an den Beschreibungen der Dimensionen in Dierks et al. (2016)	Sieben bis neun
Höffler et al., 2019	Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Schulaktivitäten/Förderaktivitäten und beruflichen Aktivitäten	Gleiches Instrument wie in Dierks et al. (2016)	Fünf bis zehn
Leiß, 2019	Vorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen eines Sonderforschungsbereiches	Verwendung/Adaption von Items aus Wentorf et al. (2015) und Stamer (2019) sowie eigene Items	Acht
Stamer, 2019	Vorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen (Vergleich von Selbsteinschätzung durch Naturwissenschaftler:innen und Schüler:innen)	Teilweise selbst entwickelt, teilweise Verwendung von Items aus Wentorf et al. (2015)	Zehn bis 13
Höft, 2020	Interesse an Tätigkeiten im Chemieunterricht	Blankenburg, 2015; Dierks et al., 2016	Fünf bis elf
Hochberg & Kuhn, 2020	Vorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen	Angepasst an Altersgruppe und orientiert an (Stamer, 2019)	Fünf
Haab et al., 2024	Vorstellungen von Schüler:innen über Tätigkeiten von MINT-Studierenden und Forschenden der Naturwissenschaften	Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen: orientiert an (Stamer, 2019) Tätigkeiten von MINT-Studierenden: selbst entwickelt (A. Haab, Persönliche Mitteilung, 29. Januar 2024)	Neun

Die genannten Studien nutzen alle das RIASEC+N Modell, um entweder das Interesse von Schüler:innen an naturwissenschaftlichen<sup>20</sup> Tätigkeiten (mehr hierzu in Abschnitt 3.3.1.1) in verschiedenen Umgebungen (z. B. Schule, Freizeit, Beruf) oder deren Kenntnis über Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen zu erheben. Dabei werden am häufigsten die Fragebögen von Dierks, Höffler und Parchmann (2016; 2014) für ersteres und von Wentorf et al. (2015) für letzteres – teilweise in adaptierter Form – eingesetzt.

### 3.2.2.2 Konkretisierung von Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen

Insgesamt berufen sich zwar alle auf das ursprüngliche RIASEC-Modell nach Holland (1997), bleiben aber in ihren Definitionen der Dimensionen recht vage. Besonders in den Studien zu den Schülervorstellungen zu Tätigkeiten werden die Tätigkeiten aufgrund unterschiedlicher Annahmen und Methoden zu den Dimensionen zugeteilt. So konstatieren Wentorf et al. (2015)

<sup>20</sup> Höft (2020) bezieht sich in seinen Studien nur auf den Chemieunterricht.

---

im Zuge der Pilotierung ihres Schüler:innen-Fragebogens zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern zunächst, dass aufgrund der Abwandlungen zum ursprünglichen RIASEC-Modell eine identische Faktorenstruktur nicht zwangsläufig zu erwarten sei. In einer dadurch begründeten explorativen Faktorenanalyse finden sie vorerst die siebenfaktorielle Struktur von Dierks, Höffler und Parchmann (2014) wieder<sup>21</sup>, verwerfen sie aber teilweise aufgrund einer konfirmatorischen Faktorenanalyse im Rahmen ihrer Hauptstudie wieder. Die Faktorenanalyse lieferte ähnliche Werte für ein sechs- bzw. siebenfaktorielles Modell. Bezogen auf die Schüler:innen-Vorstellungen zu den Tätigkeiten entscheiden sie sich dabei für letzteres. Bezüglich der Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen der Schüler:innen bilden sie aufgrund mangelnder Trennschärfe aus *Realistic*, *Investigative* und *Artistic* eine neue gemeinsame Skala „*Inquiry*“ (ebd. 2015, S. 216). Im Gegensatz dazu argumentiert Leiß (2019) seine Zuteilung der Tätigkeiten zu den Dimensionen zunächst inhaltlich. Da die Schüler:innen in seiner explorativen Vorstudie keine Tätigkeiten in Bezug zur *Conventional* Dimension nennen, exkludiert er diese und nutzt eine vorläufige Zuteilung in sechs Dimensionen (ebd. 2019, S. 136). In der anschließenden Hauptstudie verwendet er eine explorative Faktorenanalyse und findet neben den bereits bekannten Dimensionen *Realistic*, *Social*, *Enterprising* und ebenfalls *Conventional*, drei weitere Faktoren, die er „*Networking Scientific*“, „*Networking Projects*“ und „*Investigative & Artistic*“ nennt. Die Tätigkeiten sortiert er dann anhand der Faktorladungen in die neuen Dimensionen um<sup>22</sup>, was teils zu inhaltlich nur vage begründbaren Zuteilungen (z.B. „Fachliteratur suchen“ in „*Networking Scientific*“) führt (ebd. 2019, S. 152). Stamer et al. (2020) verwenden, ausgehend von Experteninterviews mit Naturwissenschaftler:innen, eine rein inhaltlich begründete Zuteilung der Tätigkeiten zu den Dimensionen und sichern dies durch die Überprüfung auf Interrater Übereinstimmung ab. Eine konkretere Beschreibung der RIASEC+N Dimensionen, an der sich dabei orientiert wurde, ist allerdings auch hier nicht dokumentiert. Da in der vorliegenden Arbeit, analog zu Stamer et al. (2019), Schüler:innen-Vorstellungen mit der Selbstauskunft von Naturwissenschaftler:innen verglichen werden sollen, ist eine inhaltlich-theoretisch begründete Zuteilung der Tätigkeiten zu den Dimensionen sinnvoll. Zudem ist es fraglich, ob eine statistisch begründete Zuordnung

---

<sup>21</sup> Wentorf et al. (2015) merken dabei an, dass die Reliabilitäten gerade so ausreichen, um die Skalen zu bilden.

<sup>22</sup> Teilweise laden einzelne Tätigkeiten bei Leiß (2019) stärker auf andere Faktoren. Inhaltlich begründet, behält er aber die Sortierung bei.

---

von Tätigkeiten in eine gemeinsame Skala überhaupt zielführend ist. Nur, weil zwei Tätigkeiten in der Häufigkeit ihrer Ausführung korrelieren, müssen sie inhaltlich nicht zwangsläufig verwandt sein. Daher sollen die RIASEC+N Dimensionen in ihren Charakteristika im Folgenden näher beschrieben werden. Hierzu werden zunächst die ursprünglichen Definitionen der Arbeitsumgebungen und Persönlichkeitstypen nach Holland (1997) beschrieben. Diese werden durch Konkretisierungen aus den naturwissenschaftsdidaktischen Studien ergänzt. Dadurch wird versucht, das bisherige Desiderat einer einheitlichen Beschreibung der RIASEC+N Dimensionen bezüglich der Arbeit von Naturwissenschaftler:innen zu füllen und eine Arbeitsdefinition für die vorliegende Arbeit zu erhalten.

### **Realistic**

Nach Holland zeichnet sich eine realistische Arbeitsumgebung dadurch aus, dass sie dem Menschen den händischen Umgang mit Maschinen, Werkzeugen, Tieren oder Ähnlichem abverlangt. Praktische und realistische Fähigkeiten werden favorisiert. Persönlichkeitstypen mit einer starken Ausprägung in der *Realistic* Dimension interessieren sich außerdem für elektronische oder technische Anwendungen und schätzen soziale oder unterstützende Tätigkeiten eher gering. Typische Berufsfelder sind Mechaniker:innen oder Elektriker:innen (vgl. ebd. 1997). In naturwissenschaftlichen Lernkontexten werden hierbei besonders experimentelle Tätigkeiten wie „Experimente nach einer Anleitung durchzuführen“ (Blankenburg, 2015; Dierks, Höffler & Parchmann, 2014) genannt. Auch die praktische Arbeit mit „Stoffen“ oder „Laborgeräten“ wird hier erwähnt (Dierks et al., 2016; Wentorf et al., 2015). Habig et al. (2018) betonen in der *Realistic* Dimension die stärkere Ausrichtung an praktischen als an kognitiven Tätigkeiten.

### **Investigative**

Die Dimension *Investigative* stellt nach Holland (1997) die klassische Domäne einer/s Naturwissenschaftler:in dar. So schreibt er dem investigativen Interessentyp mathematisch-naturwissenschaftliche Fähigkeiten zu, die mit einer Präferenz für systematische und beobachtende Tätigkeiten einhergehen. Probleme werden hierbei meistens rational auf der Grundlage von objektiven Daten (*objective data*) und sorgfältigen Analysen (*careful analyses*) bearbeitet (ebd. 1997, S. 23). Eine stark investigativ ausgeprägte Persönlichkeit hege außerdem eine Abneigung gegenüber sozialen Tätigkeiten. Angepasst auf die verschiedenen naturwissenschaftlichen Lernumgebungen werden hier die Planung und Auswertung von Experimenten genannt (Blankenburg, 2015; Dierks, Höffler & Parchmann, 2014; Wentorf et al., 2015). Das Lösen von Rechnungen (Wentorf et al., 2015) oder theoretischen Problemen (Dierks

---

et al., 2016; Höffler et al., 2019) zeigt im Gegensatz zur *Realistic* Dimension den Fokus auf kognitiv anspruchsvolle Tätigkeiten (Habig et al., 2018).

### **Artistic**

Die Vorliebe zum Erschaffen von Kunstformen oder künstlerischen Produkten (wie Lyrik, Musik oder Kunstwerken) zeichnet nach Holland (1997) den Persönlichkeitstyp *Artistic* aus. Freie und unsystematische Tätigkeiten werden bevorzugt sowie Probleme mit kreativen und unkonventionellen Ansätzen gelöst. Er verortet hier Personen wie Künstler:innen oder Autor:innen. Stamer (2019) und Wentorf et al. (2015) beschreiben im naturwissenschaftlichen Kontext eher kreative Tätigkeiten, die mit dem Design neuer Forschungsansätze zusammenhängen. Andere Autor:innen ordnen hier eher direkte gestalterische Aspekte, wie das Zeichnen von Versuchsaufbauten (Blankenburg, 2015; Dierks, Höffler & Parchmann, 2014), das Designen von Postern (Habig et al., 2018; Höffler et al., 2019) oder dem allgemeinen Wertschätzen von sprachlichen und visuellen Aspekten zu (Dierks et al., 2016). Grundsätzlich stellt sich hier die Frage, wie weit man das Feld der gestalterischen Tätigkeiten fassen möchte. In den Interviews der Vorstudie (s. Kapitel 5.2.3) wurde daher bewusst nach kreativen oder künstlerischen Tätigkeiten gefragt. Einige Proband:innen äußerten hier tatsächlich unter Vorbehalt Tätigkeiten wie das Gestalten von Vorträgen oder Postern. Der Großteil der Proband:innen legte den Fokus allerdings eher auf das Ausdenken neuer Forschungsprojekte oder die kreative Art, Probleme zu lösen und dabei unkonventionelle, neue Lösungsansätze auszuprobieren. Spezielle Tätigkeiten wurden in den Interviews in diesem Zusammenhang nicht genannt.

### **Social**

Personen mit einer starken Ausprägung in der *Social* Dimension schreibt Holland (1997) eine Präferenz zur Einflussnahme auf andere Personen zu. Diese kann sich beispielsweise in Bildung, Erziehung oder Heilung anderer Menschen äußern. Die entsprechenden Personen fühlen sich in sozialen Situationen wohl und werden als empathisch, kooperativ, hilfsbereit und verantwortungsvoll beschrieben. Als exemplarische Berufe nennt Holland hier Lehrkräfte oder Berater:innen. Im naturwissenschaftlichen Kontext werden in der sozialen Dimension dementsprechend lehr- oder lernunterstützende Tätigkeiten wie die Unterstützung von Mitschüler:innen (Blankenburg, 2015; Dierks, Höffler & Parchmann, 2014) oder die Betreuung von Studierenden (Wentorf et al., 2015) genannt.

---

## **Enterprising**

In die unternehmerische Dimension teilt Holland (1997) Persönlichkeiten ein, die eine Vorliebe zur Führung anderer Personen, mit dem Ziel, ökonomischen Nutzen oder organisatorische Vorteile zu erlangen, haben. Er beschreibt dabei beispielsweise Führungspersönlichkeiten wie Manager oder Personen im Vertrieb eines Unternehmens. Bezogen auf das Tätigkeitsfeld von Naturwissenschaftler:innen erscheint es besonders interessant, dass Holland Persönlichkeiten mit ausgeprägter *Enterprising* Komponente eine Aversion gegenüber Forschungsthemen zuschreibt. In der heutigen Forschungslandschaft ist es allerdings unerlässlich, dass unternehmerische und wissenschaftliche Kenntnisse zusammenkommen, um beispielsweise Forschungsgelder zu akquirieren und zu verwalten. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Studien im Kontext Naturwissenschaft mehrheitlich Tätigkeiten in der *Enterprising* Dimension nennen, die im Zusammenhang mit der Leitung einer Arbeitsgruppe stehen. Auch der finanzielle Aspekt der Forschung taucht häufig auf (Blankenburg, 2015; Dierks, Höffler & Parchmann, 2014; Höffler et al., 2019; Stamer, 2019; Wentorf et al., 2015). Stamer (2019) zeigt durch eine Befragung von Naturwissenschaftler:innen, dass in dieser Dimension vor allem Tätigkeiten von Professor:innen zu finden sind. Habig et al. (2018) sowie Leiß (2019) verorten hier als einzige auch Tätigkeiten wie das Halten von Fachvorträgen vor anderen Wissenschaftler:innen.

## **Conventional**

Den konventionellen Persönlichkeitstyp beschreibt Holland (1997) als ordentlich und gewissenhaft. Die systematische Arbeit mit Daten und allgemein stark strukturierte Tätigkeiten wie das Bedienen von Geschäftssoftware werden bevorzugt. Es wird meist festgelegten Vorgehensweisen und Regeln gefolgt. Holland nennt hier beispielhaft Berufe wie Banker:innen oder Buchhalter:innen. Im naturwissenschaftlichen Kontext werden hier einerseits administrative Tätigkeiten, die wenig mit der Forschung zu tun haben, wie beispielsweise Verwaltungsaufgaben zu erledigen oder Abrechnungen zu erstellen (Wentorf et al., 2015), genannt. Andererseits werden auch eher forschungsnahe Tätigkeiten, wie die Organisation einer Chemiesammlung (Habig et al., 2018), das Heraussuchen von Informationen (Blankenburg, 2015; Dierks, Höffler & Parchmann, 2014) oder die Durchführung von Probemessungen, genannt (Stamer, 2019).

## **Networking**

Die Dimension *Networking* taucht, wie oben geschildert, bei Holland nicht auf und wurde erst im Zuge der Beschreibung von naturwissenschaftlichen Tätigkeiten zum RIASEC-Modell

---

ergänzt (Dierks, Höffler & Parchmann, 2014). In dieser Dimension steht der peer-to-peer-Austausch, also die Kommunikation auf Augenhöhe (Habig et al., 2018) im Zentrum. Typische Tätigkeiten in dieser Dimension sind der Austausch mit anderen Wissenschaftler:innen (z. B. Wentorf et al., 2015) oder der Besuch von Fachkonferenzen (z. B. Stamer, 2019). Das Halten von Fachvorträgen lässt sich dementsprechend inhaltlich begründet und damit in Kontrast zu Leiß (2019) zur *Networking* Dimension zuordnen.

### **3.2.2.3 Studien zu Vorstellungen bezüglich Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen**

Die Forschung zu NOS und NoSt (s. Kapitel 3.2.1) liefert bereits einige Erkenntnisse über die Vorstellungen von Schüler:innen in Bezug zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen. So lassen sich beispielsweise das Experimentieren (McComas, 1998) und das Handhaben von (meist chemischem) Laborequipment (Leiß et al., 2016) als prominente naturwissenschaftliche Tätigkeiten in den Köpfen der meisten Jugendlichen identifizieren. Eine erste konkrete Beschreibung der Vorstellungen über die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen liefern Wentorf et al. (2015). In ihrer Studie argumentieren sie, dass eine fundierte Kenntnis über den Arbeitsalltag in den Naturwissenschaften in Kombination mit den Selbstwirksamkeitserwartungen und Interessen der Schüler:innen diesbezüglich, einen wesentlichen Beitrag zur Berufsorientierung leistet<sup>23</sup>. Ausgehend von allgemeinen Überlegungen zur NOS Forschung und dem „Allgemeinen Interessen Struktur Test“ (Bergmann & Eder, 1992) sowie komplementären Interviews mit Schüler:innen und Naturwissenschaftler:innen entwickeln sie einen Fragebogen, der entlang der RIASEC-Dimensionen strukturiert ist. Mittels Pilotierung und anschließender explorativer Faktorenanalyse konnten sie die siebenfaktorielle Struktur des RIASEC+N Models von Dierks, Höffler und Parchmann (2014) prinzipiell bestätigen. In der darauffolgenden Haupterhebung konnten Datensätze von 100 Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe erhoben werden. Die Teilnehmenden sollten 27 Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen auf einer vierstufigen Skala von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt genau“ bewerten („Eine Wissenschaftler:in übt folgende Tätigkeiten regelmäßig aus“ (ebd. 2015, S. 218)). Eine anschließende konfirmatorische Faktorenanalyse ergab dabei die erwartete RIASEC+N

---

<sup>23</sup> Wentorf et al. (2015) beziehen sich hierbei auf den „Selbst-Prototypen-Abgleich“ nach Hannover und Kessels (2002), auf den in Abschnitt 3.3.2 näher eingegangen wird.

---

Struktur für die Vorstellungen der Schüler:innen zu den Tätigkeiten<sup>24</sup>. Wentorf et al. (2015) zeigen, dass Mädchen und Jungen gleichermaßen handwerklich-experimentelle Tätigkeiten in der *Realistic* Dimension am höchsten bewerten<sup>25</sup>. Tätigkeiten der *Investigative*, *Artistic* und *Networking* Dimension werden ebenfalls im mittleren bis hohen Bereich bewertet. Sie stellen fest, dass besonders die Relevanz der *Networking* Dimension in den Augen der Lernenden auffällig ist, da vorherige Studien übereinstimmend die Schüler:innen-Vorstellung des Forschens als wenig soziale oder gar isolierte Arbeit gefunden haben (Höttecke & Hopf, 2018 u.a. in Bezug auf Driver et al., 1996). Managementtätigkeiten innerhalb der *Enterprising* Dimension scheinen in den Köpfen der Teilnehmenden kaum zum Tätigkeitsspektrum in den Naturwissenschaften zu gehören. Die *Social* und *Conventional* Dimension werden bei der Befragung zu den Tätigkeiten mehrheitlich in der Mitte der Skala angekreuzt.

Leiß (2019) liefert in seiner Dissertation auf zwei Weisen Einblick in Schülervorstellungen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen. Einerseits nutzt er in einer explorativen Studie einen modifizierten DAST<sup>26</sup> in dem 189 Schüler:innen aufgefordert wurden, typische Arbeitssituationen von Naturwissenschaftler:innen zu zeichnen. Die Teilnehmenden erhielten die Möglichkeit, mehrere Arbeitssituationen zu zeichnen und diese zusätzlich mit kurzen Texten zu beschreiben. Die Situationen (Bilder und dazugehörige Texte) wurden im Anschluss inhaltsanalytisch ausgewertet. Insgesamt wurden 436 Situationen von den Teilnehmenden beschrieben und/oder gezeichnet. Dabei stellten das „Experimentieren“ (335 Situationen), das „Arbeiten mit Theorien“ (50), das „Dokumentieren“ (32) und das „Auswerten/Berechnen“ (22) die vier häufigsten Tätigkeiten dar<sup>27</sup>. Die mit großem Abstand am häufigsten dargestellte Tätigkeit ist dabei das „Experimentieren“, welche von 96 Prozent der Schüler:innen in mindestens einer Situation gezeichnet wurde. Es macht damit einen Anteil von 77 Prozent an allen dargestellten Situationen aus. In 50 Prozent der Fälle konnte dabei das Experimentieren mit Chemikalien identifiziert werden. Leiß (2019) sieht somit die Ergebnisse von Finson (2002)

---

<sup>24</sup> Näheres zu der siebenfaktoriellen Struktur des RIASEC+N Modells in Kapitel 3.2.2.1.

<sup>25</sup> Da Wentorf et al. (2015) lediglich Boxplots für den Vergleich der RIASEC+N Dimensionen liefern, können keine absoluten Werte angegeben werden. Die Streuung der Daten innerhalb der Dimensionen ist insgesamt groß.

<sup>26</sup> Mehr zu dem modifizierten DAST-Testinstrument von Leiß am Ende von Abschnitt 3.2.1.

<sup>27</sup> Diese Tätigkeiten wurden von jeweils mindestens zehn Prozent der Teilnehmenden dargestellt.

---

bestätigt, dass Schüler:innen nach wie vor sehr stark auf Symbole der Chemie bei der Beschreibung von Naturwissenschaftler:innen und deren Tätigkeiten setzen. An zweiter Stelle ist das „Arbeiten mit Theorien“, das bereits nur noch von 23 Prozent aller Teilnehmenden mindestens einmal dargestellt wird. Es taucht somit nur in elf Prozent aller Situationen auf. Eine weitere Auffälligkeit in den Darstellungen der Schüler:innen ist die Anzahl an Personen. In nur etwa 13 Prozent aller Situationen wurden Aktivitäten gezeichnet, die mehr als eine Person inkludierten. Somit spielt der Austausch zwischen Wissenschaftler:innen (vgl. *Networking Dimension*) in den Vorstellungen der Schüler:innen nach Leiß im Gegensatz zu den Ergebnissen von Wentorf et al. (2015) eine „vergleichsweise untergeordnete Rolle“ (ebd. 2019, S. 103).

Andererseits nutzt Leiß (2019) in seiner Interventionsstudie einen komplementären Fragebogen zu den Tätigkeiten in den Naturwissenschaften. Wie bei Wentorf et al. (2015) sollten die Schüler:innen auf einer vierstufigen Skala bewerten, wie regelmäßig verschiedene Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen in deren Vorstellungen ausgeführt werden<sup>28</sup>. Leiß (2019) verwendet außerdem Distraktoren, die nicht-wissenschaftliche Tätigkeiten abbilden. Die Ergebnisse seines Prätests bestätigen die bisherigen Ergebnisse, dass Schüler:innen experimentelle Tätigkeiten in der *Realistic Dimension* als zentral im Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftler:innen ansehen. Tätigkeiten in der *Social Dimension* werden dagegen am geringsten bewertet. Die Schüler:innen sind außerdem in der Lage, die Distraktoren zu identifizieren, da sie diese mit Abstand am geringsten bewerten. Dieser Umstand ist allerdings aufgrund der gewählten Tätigkeiten, wie beispielsweise „Fußball spielen“, auch wenig verwunderlich. Leiß (2019) liefert zudem erste Indizien dafür, dass sich die Vorstellungen der Schüler:innen hinsichtlich der Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen durch einen Schülerlaborbesuch<sup>29</sup> beeinflussen lassen. So konnte er signifikante Anstiege in den *Realistic*, *Enterprising* und *Networking Scientific Dimensionen* finden.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> Nähere Informationen zur Herkunft der Items und zur Skalenbildung bei Leiß (2019) finden sich in Kapitel 3.2.2.1.

<sup>29</sup> Der Terminus Schülerlabor mit der Verwendung des generischen Maskulinums hat sich in der Forschung und im allgemeinen Sprachgebrauch etabliert und wird daher auch in dieser Arbeit verwendet.

<sup>30</sup> Auf die Wirksamkeit außerschulische Lernorte wird im weiteren Verlauf noch genauer eingegangen (s. Kapitel 3.4).

---

Stamer et al. (2019) liefern in ihrer Studie zusätzlich zu Erkenntnissen zu den Vorstellungen von 244 Schüler:innen (Jahrgangsstufe zehn bis 13) auch einen direkten Vergleich mit der Selbstwahrnehmung unterschiedlicher Statusgruppen (Professor:innen (N=10) und Nachwuchswissenschaftler:innen (N=92)) des SFB 667 im Bereich der Chemie, Physik, Pharmazie und Materialwissenschaften. Wie bei Wentorf et al. (2015) und Leiß et al. (2015)/Leiß (2019) sollten auch hier die Teilnehmenden die verschiedenen Tätigkeiten nach ihrer Relevanz für den Arbeitsalltag in den Naturwissenschaften auf einer vierstufigen Skala bewerten. Stamer et al. (2019) entscheiden sich allerdings in Kontrast zu den erwähnten Studien bewusst dazu nur tatsächliche Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen in ihren Fragebogen aufzunehmen, die sie im Zuge einer Analyse von Experteninterviews aus der Studie von Laherto et al. (2018) zum Arbeitsalltag in der Nanowissenschaft identifizieren konnten. Die Ergebnisse der Fragebogenstudie legen nahe, dass sich die beruflichen Tätigkeiten von Professor:innen und Nachwuchswissenschaftler:innen – zumindest gemäß deren Selbstwahrnehmung – deutlich unterscheiden. So zeichnen sich die Tätigkeitsprofile der Nachwuchswissenschaftler:innen durch einen Fokus auf eher stereotypische Labortätigkeiten („stereotypical laboratory work“ (Stamer et al., 2019, S. 96)) in der *Realistic* und *Conventional* Dimension aus (z. B. „... conducting experiments and measurements or waiting for chemical reactions ...“ (ebd. 2019, S. 96)). Nach Stamer et al. (2019) sehen Professor:innen ihre Verantwortlichkeit hauptsächlich in der *Enterprising* und *Networking* Dimension. Gleichwohl bewerten sie aber auch die *Social*, *Artistic* und *Investigative* Dimension höher als die Nachwuchswissenschaftler:innen. Letztere Dimension wird dabei von beiden Gruppen als am häufigsten bewertet. Die Autor:innen sehen hierdurch abermals die ursprünglich Zuteilung von Holland (1997) in ihren Grundzügen bestätigt (vgl. Kapitel 3.2.2). Bei dem Antwortverhalten der Schüler:innen lässt sich nach Stamer et al. (2019) ebenfalls wieder ein Fokus auf eher stereotypische Tätigkeiten feststellen. Die Schüler:innen bewerten die Tätigkeiten in der *Realistic*, *Investigative* und *Conventional* Dimension signifikant höher als die weniger stereotypischen Tätigkeiten in den übrigen Dimensionen. Relativ betrachtet ähneln die Antworten der Schüler:innen damit jenen der Nachwuchswissenschaftler:innen.<sup>31</sup> Es sei an dieser Stelle allerdings anzumerken, wie auch Stamer (2019) in ihrer Dissertation feststellt,

---

<sup>31</sup> In absoluten Werten kommt es dennoch in der *Realistic*, *Investigative* und *Artistic* Dimension zu einer signifikanten Über- und in der *Enterprising* Dimension zu einer signifikanten Unterbewertung durch die Schüler:innen.

---

dass man nicht sicher sagen kann, ob die Schüler:innen überhaupt zwischen Professor:innen und Nachwuchswissenschaftler:innen unterscheiden. Stamer (2019) merkt zwar an, dass der Fokus darauf liegen müsse, die Diversität in dem Arbeitsalltag der Naturwissenschaften hervorzuheben, dennoch bedarf es nach Ansicht des Verfassers dieser Arbeit hier einer Anpassung des Erhebungsinstruments, sodass Schüler:innen differenzierte Vorstellungen über verschiedene Statusgruppen – sofern diese vorliegen – auch zum Ausdruck bringen können.

Reinisch et al. (2017) zeigt in einer DAST-Studie, dass auch Biologie-Lehramtstudierende noch einen sehr starken Fokus auf die experimentell-forschenden Tätigkeiten legen. So zeichneten zwei verschiedene Kohorten von insgesamt 180 angehenden Lehrkräften in über 90 Prozent der Fälle eine Tätigkeit der Kategorie „Inquiry“ (angelehnt an Wentorf et al. (2015) fassen sie hierunter: „Manual and/or analytical, task-oriented activities, e.g. taking measurements, using the microscope, observing, experimenting, reading literature“ (ebd. 2017, S. 11)).

Die vier vorgestellten Studien zeigen deutlich, dass deutsche Schüler:innen eine stark durch praktische Tätigkeiten geprägte Vorstellung von den Tätigkeiten in den Naturwissenschaften haben. Das Experiment ist in den Alltagsvorstellungen das zentrale Element und somit wird die *Realistic* Dimension mit diesbezüglichen Tätigkeiten als der relevanteste Tätigkeitsbereich angesehen. Diese Erkenntnis deckt sich somit mit früheren Betrachtungen zu NOS und NOSI (z. B. Höttecke & Rieß, 2007; McComas, 1998; Mead & Métraux, 1957; Thomson et al., 2019) (s. Kapitel 3.2). Ist der Fokus der Schüler:innen auf experimentbezogene Merkmale und Tätigkeiten wie eine Sicherheitsbrille in der Sicherheitsbelehrung durch deren Unterrichtserfahrung (z. B. im Chemieunterricht) erwartbar oder gar wünschenswert (Finson, 2002; Leiß, 2019), ist er bei der Wahrnehmung von theoretisch arbeitenden Wissenschaftler:innen eher hinderlich. So stellen Stamer et al. (2018) fest, dass vor einem Chemiestudium kaum jemand den Bereich der theoretischen Chemie kennt und entwickeln daraufhin eine Station für ein Schülerlabor, an der Moleküle simuliert werden.

A. Heine (2018) stellt vor dem Hintergrund der starken Prominenz des Experiments in den Vorstellungen von Physiklernenden fest, dass „...viel stärker die Arbeit eines Experimentalphysikers ... als die eines Theoretikers“ (ebd. 2018, S. 28) bedacht wird. Sie geht sogar noch weiter und argumentiert, dass der theoretisch-mathematische Aspekt der Physik sowohl in der Forschung zu NOS und zu Tätigkeiten als auch in den Vorstellungen der Schüler:innen nicht hinreichend repräsentiert ist. Diesen Annahmen folgend liefert A. Heine (2018) in ihrer Dissertation eine ausführliche wissenschaftstheoretische Beschreibung zum

---

Wesen der theoretischen Physik, die sie mit empirischen Daten von Physikstudierenden und -dozierenden ergänzt. Sie findet in ihrer qualitativen Studie unter 156 Studierenden<sup>32</sup> ebenfalls einen starken Fokus auf Tätigkeiten der experimentellen Physik. Werden die Studierenden allerdings explizit hinsichtlich der Beziehung von theoretischer und experimenteller Physik gefragt, so findet sie nur für einen Teil der Stichprobe die stark empiristische Vorstellung eines linearen Erkenntnisweges (wie bei Höttecke & Rieß, 2007)<sup>33</sup>. Ein anderer wesentlicher Teil der Studierenden sieht die theoretische Physik als Ausgangspunkt physikalischer Forschung und degradiert „... das Experiment auf die Funktion als theorieprüfendes Element ...“ (A. Heine, 2018, S. 330). Insgesamt attestiert sie vor allem den Physiklehramtsstudierenden undifferenzierte bis inadäquate Vorstellungen hinsichtlich des Wesens und der Arbeitsweisen in der theoretischen Physik.

Zusammenfassend muss also festgehalten werden, dass die Alltagsvorstellungen von einer Person in den Naturwissenschaften und ihre Tätigkeiten sowohl bei Schüler:innen als auch bei Studierenden noch immer stereotypisch geprägt und unzureichend sind. Während sich bei einigen Aspekten, wie beispielsweise der Vorstellung zu dem Geschlecht der Akteure die Stereotype scheinbar langsam auflösen (Kelly, 2018; Türkmen & Koseoglu, 2023), zeichnen sich andere Sichtweisen, wie der Fokus auf das Experimentieren als die zentrale Tätigkeit, durch eine starke Persistenz aus (z. B. Leiß, 2019). Die genannten Studien legen außerdem nahe, dass man bei der Betrachtung der Vorstellungen zum Arbeitsalltag nach Fachwissenschaften und sogar Statusgruppen unterscheiden sollte. Da besonders die theoretische Physik sowohl in den Köpfen der Schüler:innen als auch in der fachdidaktischen Forschung bisher eher unterrepräsentiert ist und sich der Arbeitsalltag in den verschiedenen Naturwissenschaften, wie in Kapitel 5 noch zu zeigen sein wird, deutlich unterscheidet, soll in der vorliegenden Arbeit der Fokus auf die Tätigkeiten in der Physik gelegt werden. Der Projektrahmen des SFB 1245 bietet hierfür eine ideale Grundlage (s. Kapitel 2).

---

<sup>32</sup> Mehrheitlich Lehramtsstudierende der TU Dresden.

<sup>33</sup> Meyling (1990) findet für Oberstufenschüler:innen verstärkt Vorstellungen über einen linearen Erkenntnisweg.

---

### 3.3 Potenzielle Auswirkungen von stereotypischen Vorstellungen auf das Interesse und die Berufs- und Studienwahl

Nachdem das Image der Physik vor allem durch die stereotypischen Vorstellungen zu Personen und deren Tätigkeiten dargestellt wurde, soll in den folgenden Abschnitten auf mögliche Auswirkungen auf korrespondierende motivationale Aspekte wie das Interesse und die Berufs- und Studienwahl von Schüler:innen eingegangen werden. Es ist dabei leicht vorstellbar, dass sich diese Aspekte gegenseitig positiv und negativ beeinflussen können und sie sich über die Schullaufbahn entwickeln (s. z.B. Jansen et al., 2013; Weißnigk, 2013). Insgesamt stellt sich dabei die Frage, warum Schüler:innen den Stellenwert der Physik grundsätzlich anerkennen, ihr Interesse sich diesbezüglich aber in Grenzen hält, sie eine Karriere in dem Bereich häufig für sich kategorisch ausschließen und die Physik somit in den Augen vieler Lernender wichtig, aber nichts für sie persönlich zu sein scheint („Important but not for me“ (Jenkins & Nelson, 2005, S. 41)).

#### 3.3.1 Interesse an Physik

Das Interesse ist einer der zentralen motivationalen Faktoren in Lernprozessen und beeinflusst diese auf vielfältige Weise (z. B. in Jansen et al., 2013). So sind die Zusammenhänge von Interesse und Schulleistung, Kurs-, Studien- und Berufswahl sowie lebenslangem Lernen weitläufig bekannt (OECD, 2017). Daher ist das Interesse auch ein wesentliches Konstrukt in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (Blankenburg & Scheersoi, 2018). Eine häufig verwendete und auch dieser Arbeit zugrundeliegende Konzeptualisierung von Interesse stellt die Person-Gegenstand-Relation nach Prenzel et al. (1986) dar. Demnach ist das Interesse die Relation von einer Person zu einem Interessensgegenstand (Verweise zu ähnlichen Konzeptualisierungen in Krapp et al., 1992). Prenzel et al. machen dabei drei Charakteristika aus, welche eine Interessensrelation auszeichnen. Im *kognitiven* Bereich verfügt eine interessierte Person nach wiederholter Auseinandersetzung über fundiertes und differenziertes Wissen über den Gegenstand. Die Person erlebt den Gegenstand außerdem im *emotionalen* Bereich als angenehm und empfindet bei der Beschäftigung damit Freude bis hin zum Flow-Erleben, also dem vollkommenen Aufgehen im Tun (vgl. hierzu Csikszentmihalyi, 1975). Interessierte Personen begegnen dem Gegenstand im *Wertbereich* außerdem mit außerordentlicher Wertschätzung, die nach Prenzel et al. (1986, S. 166) durch selbstintentionale Handlungen zum Ausdruck kommt. Die Handlungen in Bezug zum interessanten Gegenstand sind für die Person an sich wertvoll und werden somit gewissermaßen zum Selbstzweck. Die Person-Gegenstand-Relation kann sich sowohl in der

---

akuten Auseinandersetzung einer Person mit einem Gegenstand äußern („zeit-situationspezifische Beziehung“) oder sich über einen längeren Zeitraum konstituieren („zeit- und situationsübergreifender Bezug“) (ebd. 1986, S. 166).

Krapp (1992) führt diesen Ansatz weiter aus und teilt den Interessensbegriff in zwei Aspekte. Er beschreibt das *individuelle Interesse* als relativ stabile Persönlichkeitsdisposition, die „... im individuellen Wertesystem verankert [ist] und ... einen wesentlichen Teil des Selbstkonzepts [bildet].“ (ebd. 1992, S. 749). Das individuelle Interesse äußert sich in der Tendenz, sich gerne und häufiger mit dem Gegenstand auseinanderzusetzen. Dem entgegen stellt er das *situative*<sup>34</sup> *Interesse* als eine durch den Lerngegenstand und die Situation hervorgerufene Interessiertheit. Um situatives Interesse zu wecken, bedarf es laut Krapp (1992) nicht dem Vorhandensein von individuellem Interesse. Der Gegenstand wirkt an sich interessant und löst eine interessierte Zuwendung aus. Ruft ein bestimmter Gegenstand bei einer Person häufiger *situatives Interesse* hervor, kann sich dieses allerdings internalisieren und längerfristig zu einem *individuellen Interesse* entwickeln (vgl. hierzu auch Krapp, 2002; Krapp & Prenzel, 2011, S. 398).

Eine weitere Unterscheidung im Interessenskonstrukt nehmen Hoffmann et al. (1998) in der groß angelegten IPN Interessenstudie zum Interesse am Physikunterricht vor. Sie trennen das physikspezifische Interesse in das *Fachinteresse*, also das Interesse an dem Schulfach Physik, und das *Sachinteresse*, also das Interesse an Inhaltsbereichen der Physik. Letzteres wird abermals als dreidimensionales Konstrukt in das Interesse an der *Sache*, also dem konkreten Thema, dem *Kontext* in den das Thema eingebettet ist und der *Tätigkeit*, die man im Zuge der Beschäftigung mit dem Thema ausführt, unterschieden (ebd. 1998, S. 10). Bezogen auf die oben dargestellte psychologische Konzeptualisierung von Interesse lasse sich nach Hoffmann et al. das Sachinteresse einerseits als Teil des individuellen Interesses, als „...überdauernde Vorliebe eines Individuums für einen bestimmten Inhaltsbereich.“ (ebd. 1998, S. 10) deuten. Bezogen auf die situationsabhängigen Aspekte Kontext und Tätigkeit, könne das Sachinteresse andererseits auch als situatives Interesse verstanden werden.

Die möglichen Tätigkeiten, die bei der Beschäftigung mit physikalischen Themen ausgeführt werden können, werden hierbei lediglich in die vier Kategorien *rezeptiv*, *praktisch-konstruktiv*,

---

<sup>34</sup> Krapp (1992, S. 749) schreibt von „situationalem“ Interesse. Auch der Begriff des „aktuellen Interesses“ wird häufiger eingesetzt. Da sich in der Literatur allerdings der Begriff des situativen Interesses gefestigt hat, wird dieser Begriff verwendet.

---

*theoretisch-konstruktiv und bewertend* (ebd. 1998, S. 27) unterteilt, was im Vergleich zur siebendimensionalen RIASEC+N Struktur als weniger trennscharf zu bewerten ist (Blankenburg & Scheersoi, 2018) und daher in der vorliegenden Arbeit nicht verwendet wird (mehr hierzu im Abschnitt zum Interesse an Tätigkeiten im Bezug zur Physik in 3.3.1.1).

### **3.3.1.1 Forschungsergebnisse zum Interesse an Physik**

#### **Fachinteresse**

Nachdem in Abschnitt 3.1 bereits gezeigt wurde, dass Physik eines der unbeliebtesten Schulfächer ist, liegt es nahe, dass das Fachinteresse an der Physik bei Schüler:innen ebenfalls größtenteils gering ausfällt. Nationale und internationale Studien finden immer wieder ein geringes Fachinteresse an der Physik (Hasni & Potvin, 2015; Hoffmann et al., 1998; Jansen et al., 2013). Analog zur Abnahme der Beliebtheit sinkt auch das Fachinteresse an Physik im Verlauf der Schuljahre. Merzlyn (2008) stellt in der Analyse von sechs großangelegten Studien im deutschsprachigen Raum fest, dass dieser Umstand jedoch alle Fächer betrifft und bezeichnet den „Interessenabfall quer durch die Fächer und [die] Bildung individueller Interessen [als] zwei Seiten derselben Medaille“ (ebd. 2008, S. 24). Gleichwohl sieht er besonders für Physik und Chemie einen überproportionalen Abfall des Interesses im Verlauf der Schuljahre (s. Abb. 2). Groß angelegte Studien, wie die IPN Interessenstudie (Hoffmann et al., 1998) oder der IQB-Ländervergleich (Jansen et al., 2013) finden außerdem, dass besonders Mädchen ein geringes Interesse am Physikunterricht zeigen (so auch in einer kleineren US-amerikanischen Studie; Miller et al., 2006).

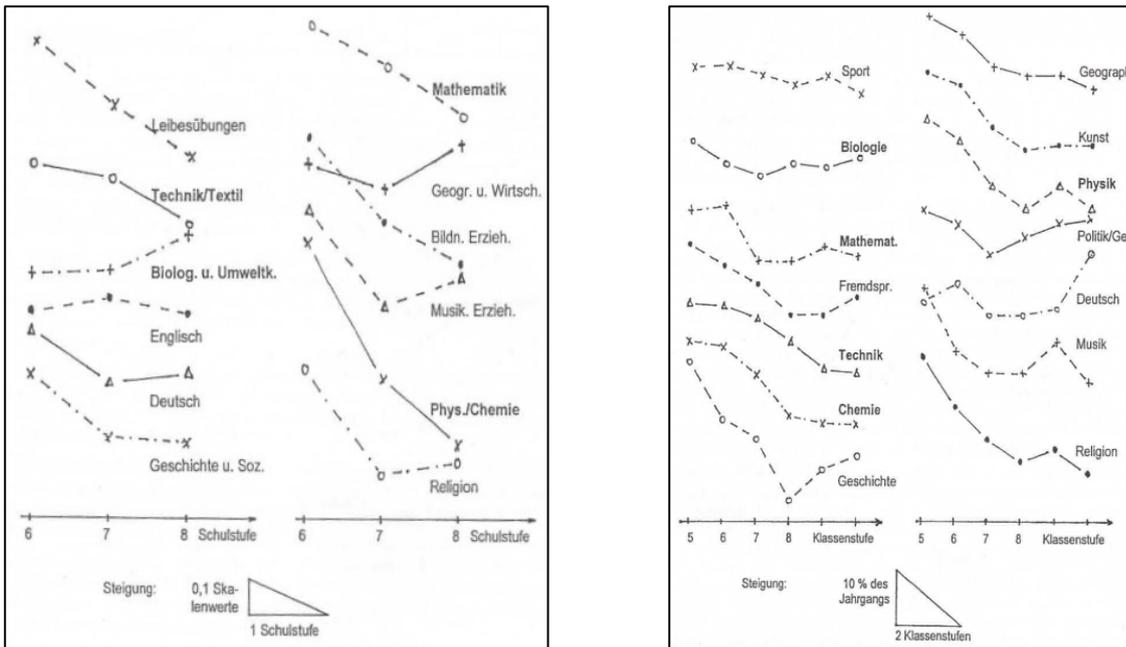


Abb. 2: Veränderung des Fachinteresses für verschiedene Schulfächer im Verlauf der Schuljahre. *Links*: Fachinteresse steirischer Hauptschüler:innen (aus Merzyn, 2008, S. 22, in Bezug zu Gunacker & Lex 1999), *Rechts*: Anteil der Schüler:innen mit (sehr) hohem Fachinteresse (aus Merzyn, 2008, S. 21, in Bezug zu Hoffmann & Lehrke 1985).

Williams et al. (2003) konnten in einer Studie mit englischen Schüler:innen einen ähnlichen Befund zeigen. Der Physikunterricht wurde von den Lernenden im Gegensatz zum Biologieunterricht als uninteressant, gar langweilig angesehen. Die allgemein negativen Ansichten, also das Image des Faches, korrelierten dabei mit dem negativen Interesse. Schönborn et al. (2012) machen dabei für die negativen Einstellungen zum Fach Physik die wahrgenommene Notwendigkeit zur mathematischen Abstraktion als Hauptursache aus, was wiederum das Image der Physik als schwierige Naturwissenschaft untermauert (s. Abschnitt 3.1). Insgesamt ist festzuhalten, dass das Fachinteresse an Physik seit Jahrzehnten größtenteils auf einem geringen Niveau verbleibt.

### Sachinteresse

Während in der IPN-Studie festgestellt wurde, dass die Tätigkeiten und insbesondere der Kontext für das Sachinteresse entscheidender sind als der konkrete Fachinhalt, finden sich in späteren Studien häufiger auch unterschiedliche Interessen für die verschiedenen Inhaltsbereiche der Physik (Hoffmann et al., 1998). Die ROSE-Studie (Relevance of Science Education) (Schreiner & Sjøberg, 2004) wurde in über 40 Ländern weltweit durchgeführt, um Interessen und Einstellungen von Schüler:innen zu den Naturwissenschaften zu untersuchen.

---

Hierbei wurde ebenfalls das Interesse an verschiedenen Inhaltsbereichen in unterschiedlichen Kontexten abgefragt. Im internationalen Vergleich zeigt sich hierbei, dass je weiter ein Land entwickelt ist (in Bezug zum Human Development Index), desto geringer fällt das Sachinteresse an naturwissenschaftlichen Themen aus. Die Autor:innen erklären diesen Umstand damit, dass das schulische Lernen insgesamt für Schüler:innen aus „reicheren“ Ländern weniger als Privileg gesehen wird und sie daher „wählerischer sein können“ als ihre Mitschüler:innen in weniger entwickelten Ländern (Sjøberg & Schreiner, 2019). Der ausschließliche Vergleich zwischen ähnlich entwickelten Ländern ist daher an dieser Stelle angebracht. Elster (2010) vergleicht die Ergebnisse der ROSE Studie von 1247 deutschen und österreichischen Schüler:innen. Sie findet dabei, dass Schüler:innen naturwissenschaftliche Inhalte besonders interessant finden, wenn sie im Kontext des menschlichen Körpers, der Medizin/Gesundheit oder von spektakulären Ereignissen eingebettet werden. Diese Befunde decken sich mit denen der IPN Studie, die ebenfalls den menschlichen Körper und erstaunliche Phänomene als interesselördernde Kontexte ausmachen konnte (Hoffmann et al., 1998). Bezüglich der Inhalte findet Elster (2010), dass sowohl für Jungen als auch für Mädchen Themen in Bezug zur Astrophysik besonders interessant sind (auch so in Holstermann & Bögeholz, 2007). Sind es bei den Mädchen dabei eher sinnliche Aspekte wie die Schwerelosigkeit, finden Jungen besonders Extremereignisse wie schwarze Löcher oder Supernovae interessant. Bei beiden Geschlechtern und in beiden Ländern rangiert außerdem das Item „Phänomene, die Wissenschaftler [sic] bisher nicht erklären konnten“ (Elster, 2010, 17f.) unter den zehn interessantesten Themen (von insgesamt über 100). Bei den Jungen landet ein kernphysikalisches Thema („Wie eine Atombombe funktioniert“) auf dem ersten bzw. zweiten Platz. Ähnliche Ergebnisse bezüglich des Interesses an den Fachinhalten der Physik findet Schreiner (2006) in den Ergebnissen der ROSE-Studie auch für norwegische Schüler:innen.

Das große Interesse an Themen der Astrophysik und der aktuellen Forschung wurde neben der ROSE-Studie auch in weiteren Studien nachgewiesen. Baram-Tsabari und Yarden (2005) ermöglichten israelischen Jugendlichen zu einem regelmäßigen Fernsehprogramm Fragen einzusenden, die sie interessieren. Auf der dazugehörigen Internetseite wurde die Idee mit den folgenden Statements vorgestellt. „This is the place to ask any question in the world“ und „We will help you find the answer, as well as the way to get it“ (ebd. 2005, S. 805). Im Laufe eines halben Jahres wurden knapp 3000 Fragen eingesendet, von denen etwas mehr als die Hälfte einen Naturwissenschaftsbezug hatten. Zwölf Prozent der Fragen bezogen sich dabei auf astrophysikalische Themen, wie beispielsweise die Größen- und Längenskalen im Universum

---

sowie der Urknall oder die Entstehung von Sternen. Zusätzlich wurden etwa 70 allgemeine Fragen zur Physik gestellt. Lediglich zu Themen der Biologie (Platz 1 mit etwa 50 Prozent der Fragen) und zu Technik (Platz 2 mit 25 Prozent) wurden mehr Fragen gestellt. Eine deutsche Studie von Dierks, Retzbach et al. (2014) konnte bei der Befragung von Jugendlichen hinsichtlich der Interessantheit von Themen in Wissenschaftsmagazinen und Zeitschriften ebenfalls ein hohes Interesse für astrophysikalische Themen identifizieren. Auch hier wurde ein erhöhtes Interesse an Zahlen und Fakten zu aktuellen Forschungsthemen, allerdings nur von den Jungen, geäußert. Außerdem stießen Beiträge, die den direkten Kontakt zu echten Forscher:innen ermöglichten, auf gesteigertes Interesse. Weitere Studien konnten den offensichtlich interessefördernden Charakter astrophysikalischer Themen bestätigen (Hohmann, 2019; Militschenko, 2015; Williams et al., 2003). Eine kleinere Studie mit 99 österreichischen und deutschen Schüler:innen zum Interesse an der Teilchenphysik, bei der ein an die IPN-Erhebung angelehnter Fragebogen eingesetzt wurde, findet ein geschlechtsunabhängiges hohes Interesse an dem entsprechenden Themengebiet. Auch das Themengebiet der Teilchenphysik wurde dabei als besonders interessant eingestuft, wenn es im Kontext von astronomischen Phänomenen oder mit Bezug zum menschlichen Körper vorgestellt wurde (Zoechling et al., 2020). An dieser Stelle sei anzumerken, dass Astronomie nur in drei deutschen Bundesländern ein verpflichtendes eigenständiges Unterrichtsfach darstellt (Hohmann, 2019). Viele Schüler:innen haben daher vermutlich wenig bis keinen Kontakt zu astrophysikalischen Themen im Physikunterricht. Die Frage, inwiefern also der Neuigkeitscharakter des Themengebiets das gesteigerte Interesse hervorruft, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

Insgesamt zeigt sich, dass Schüler:innen ein besonderes Sachinteresse an Themen der Astrophysik, ungeklärten Phänomenen der aktuellen Forschung und in Teilen auch der Kernbeziehungsweise Teilchenphysik zu haben scheinen. Sie sind dabei besonders an spektakulären Ereignissen, wie Supernovae, dem Urknall oder schwarzen Löchern interessiert.

### **Interesse an Tätigkeiten in Bezug zur Physik**

Der Einfluss von Tätigkeiten auf das Sachinteresse der Schüler:innen wurde bereits in der IPN-Studie gezeigt und soll gerade im Hinblick auf die vielen stereotypischen Vorstellungen (s. hierzu Abschnitt 3.2.1) über den Arbeitsalltag in der Physik im Folgenden näher erläutert werden. Swarat et al. (2012) finden in einer US-amerikanischen Studie, dass insbesondere die Tätigkeit, mit der ein naturwissenschaftlicher Inhalt gelernt wird, das Interesse beeinflusst. Sie finden interessanterweise dabei im Gegensatz zu den bisher dargestellten Studien wenig bis

keinen Einfluss des konkreten Inhalts auf das Sachinteresse. Sie berichten, dass besonders Hands-On-Aktivitäten in der Natur und die Benutzung naturwissenschaftlicher Instrumente und Technologien als besonders interessant eingestuft werden. Auch Glowinski (2007) findet, dass besonders Experimente das Interesse der Schüler:innen an einem naturwissenschaftlichen Schülerlabor wecken. Relativierende Ergebnisse bezüglich Hands-On-Aktivitäten finden Hasni und Potvin (2015) für kanadische Schüler:innen. In ihrer Studie haben entsprechende Aktivitäten einen geringeren Einfluss auf das Interesse als andere Lehrmethoden, die beispielsweise die Alltagserfahrungen der Schüler:innen fokussieren. Experimente und andere Hands-On-Aktivitäten an sich scheinen also nicht zwangsläufig einen interessefördernden Charakter zu besitzen. Letztlich kommt es, wie Engeln (2004) ausführlich darlegt, auch beim Einsatz von Experimenten immer auf die Zielsetzung und die entsprechende Einbettung in die Lernumgebung an. Bei Swarat et al. (2012) werden die Tätigkeiten in drei Teilbereiche *hands-on*, *purely cognitive* und *technology based* unterschieden. Blankenburg et al. (2016) kritisieren dabei die grobe Unterteilung in drei beziehungsweise vier Aspekte von Aktivitäten und bieten das RIASEC+N Modell als stärker differenzierende Möglichkeit an. Abb. 3 gibt einen entsprechenden Überblick über die verschiedenen Operationalisierungen von Tätigkeiten der beiden Studien im Vergleich zum RIASEC+N Modell.

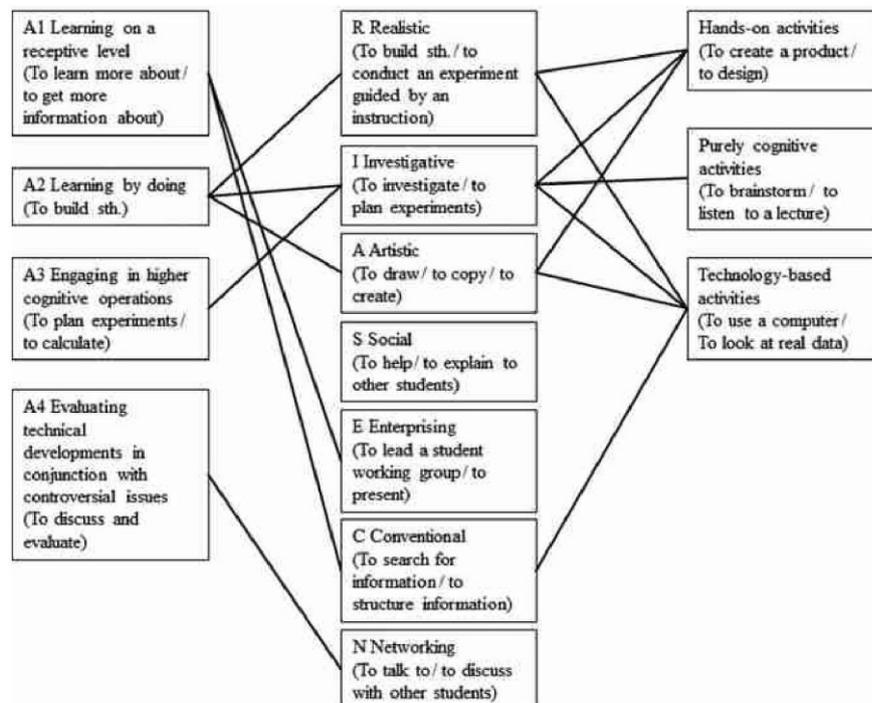


Abb. 3. Vergleich der unterschiedlichen Einteilungen von Tätigkeiten (Blankenburg et al., 2016, S. 371).

---

In ihrer Studie untersuchen sie, welches Interesse Schüler:innen der sechsten Jahrgangsstufe an Gymnasien an schulbezogenen Tätigkeiten entlang der RIASEC+N Dimensionen jeweils im Chemie-, Physik- und Biologie-Kontext aufweisen. Schüler:innen waren dabei am meisten an Aktivitäten der *Realistic* und *Investigative* Dimension über alle drei Kontexte hinweg interessiert. Die Mädchen zeigten außerdem ein starkes und dabei signifikant höheres Interesse als die Jungen an Tätigkeiten innerhalb der *Artistic* Dimension. Wentorf et al. (2015) nutzen in ihrer Studie ebenfalls das RIASEC+N Modell für die Erfassung von Interesse an Tätigkeiten in der Wissenschaft und finden heraus, dass besonders Mädchen an sozialen Tätigkeiten in den Naturwissenschaften (innerhalb der *Social* und *Networking* Dimension) interessiert sind. Jungen hingegen haben ein signifikant höheres Interesse an Tätigkeiten innerhalb der *Enterprising* Dimension. Die Ergebnisse von Wentorf decken sich dabei mit älteren Erkenntnissen von Sjøberg (1988), welcher ebenfalls bei Mädchen ein stärkeres Interesse an sozialen (z. B. „help other people“, „work with people instead of things“) und bei Jungen an geschäftlichen Tätigkeiten („earn a lot of money“, „control other people“) nachweist. Dierks et al. (2016) finden ebenfalls, dass Mädchen stärker an Tätigkeiten der *Artistic* und *Social* Dimension interessiert sind. Sie zeigen außerdem, dass besonders leistungsstarke Schüler:innen ein gesteigertes Interesse an Tätigkeiten in der *Investigative* und *Networking* Dimension aufweisen. Sie argumentieren diesen Umstand damit, dass diese Schüler:innen-Gruppe über mehr Hintergrundwissen verfügt und daher eher eine Vorliebe für die Dimensionen zeigt, wo sie dieses Wissen nutzen können. Höffler et al. (2019) konnten diese Ergebnisse für Schüler:innen, die an der International Junior Science Olympiad (IJSO) teilnahmen, bestätigen. Sie untersuchten, wie sich Teilnehmende der IJSO von nicht teilnehmenden Jugendlichen hinsichtlich ihrer Interessen an schulbezogenen, beruflichen und außerschulischen naturwissenschaftlichen Aktivitäten entlang der RIASEC+N Dimension unterscheiden. Hier wurden schulbezogene Tätigkeiten innerhalb der *Networking* Dimension geschlechtsunabhängig von Teilnehmenden der IJSO als am interessantesten eingestuft. Auch in dieser Studie waren Mädchen, auch unabhängig von der Teilnahme an der IJSO, besonders an Tätigkeiten innerhalb der *Artistic* und *Social* Dimension interessiert. Besonders spannend ist dieser Umstand, da das Interesse dabei über die schulbezogenen Aktivitäten hinaus ging und auch berufsbezogene Tätigkeiten als interessant eingestuft wurden. Höffler et al. (2019) empfehlen daher, besonders bei der Konzeption von außerschulischen Lernangeboten, dieses geschlechtsspezifische Interesse zu berücksichtigen.

---

Bezüglich des Interesses von Schüler:innen an verschiedenen Tätigkeiten lässt sich zusammenfassend festhalten, dass die Studienlage relativ uneinheitlich ist. So werden mit Ausnahme der *Conventional* Dimension je nach Studie Tätigkeiten aus unterschiedlichen RIASEC+N Dimensionen als am interessantesten eingestuft, wobei sich ein gewisser Trend dahingehend abzeichnet, dass die Mädchen eine Vorliebe für Tätigkeiten innerhalb der *Social* und *Artistic* Dimension haben. Eine mögliche Erklärung für die uneinheitlichen Ergebnisse stellt die relative Unwissenheit der Schüler:innen über das breite Tätigkeitsfeld in den Naturwissenschaften dar. Hasni und Potvin (2015) stellen fest, dass es ohne ein Mindestmaß an Grundwissen über einen Gegenstand auch nicht zum Interesse an dem Gegenstand kommen kann. Wenn also eine Person beispielsweise nichts über den regen Austausch zwischen Naturwissenschaftler:innen auf Konferenzen weiß, kann sie auch kein Interesse daran entwickeln, sich im späteren Berufsleben damit beschäftigen zu wollen. Abschließend bleibt zu erwähnen, dass das Interesse eine wesentliche Rolle in der Berufs- und Studienwahl spielt (Taskinen, 2010), auf die im nächsten Abschnitt genauer eingegangen werden soll.

### **3.3.2 Berufswahl/Studienwahl**

Die Berufs- oder Studienwahl stellt für Schüler:innen eine folgenschwere Entscheidung und daher – insbesondere aufgrund mangelnder Informationen (Beinke, 1997) – kein einfaches Unterfangen dar. Wie bereits in Abschnitt 3.2.2.1 dargestellt, ist die Kenntnis über mögliche Berufe demnach als wesentlicher Faktor bei der Berufswahl einzuschätzen (Frank, 2014). Es könnte nun argumentiert werden, dass man nur jemanden im direkten persönlichen Umfeld, der oder die als Naturwissenschaftler:in arbeitet, befragen müsste, um mehr über dieses Berufsfeld zu erfahren. Tintori und Palomba (2017) stellen hierzu, Bezug nehmend auf eine Statistik von Deloitte (2014), allerdings fest, dass in der EU im Jahr 2011 etwa 1,6 Millionen Naturwissenschaftler:innen (Vollzeitäquivalente) in der Forschung arbeiteten. Diese Berufsgruppe macht also nur einen sehr kleinen Anteil von unter einem Prozent an allen Arbeitnehmenden aus. Die Wahrscheinlichkeit einem oder einer Forschenden im privaten Umfeld zu begegnen, ist nach Tintori und Palomba also sehr gering, „... unless you are yourself a scientist...“ (ebd. 2017, S. IX). Die Frage, wie und unter welchen Voraussetzungen eine fundierte Berufs- oder Studienwahl, vor allem bezüglich naturwissenschaftlicher Fächer, realistisch gelingen kann, soll im Folgenden näher dargestellt werden.

Eine ausführliche Beschreibung von Gelingensbedingungen berufsorientierender Lehr- und Lernprozesse liefert Frank (2014). Sie macht in ihrer Dissertation darauf aufmerksam, dass viele

Untersuchungen zu Berufsentscheidungen einzelne Einflussfaktoren isoliert untersuchen und die komplexen Wirkzusammenhänge in der Berufsorientierung Jugendlicher außer Acht lassen. Sie schlägt daher die Betrachtung der in Abb. 4 dargestellten Zusammenhangstruktur vor.<sup>35</sup> Es zeigt sich, dass es eine Vielzahl an äußeren Einflussfaktoren wie beispielsweise die Schulleistungen, das Image über das Berufsfeld oder den Unterricht gibt, die die inneren Einflussfaktoren (Interesse, subjektive Berufskennntnis und Fähigkeitsselbstkonzept) beeinflussen. Letztlich kann nach Frank (2014) angenommen werden, dass Schüler:innen durch ein, mehr oder weniger bewusstes, wechselseitiges Einbeziehen aller Einflussfaktoren zu einer mehr oder weniger stimmigen Berufswahlentscheidung kommen.

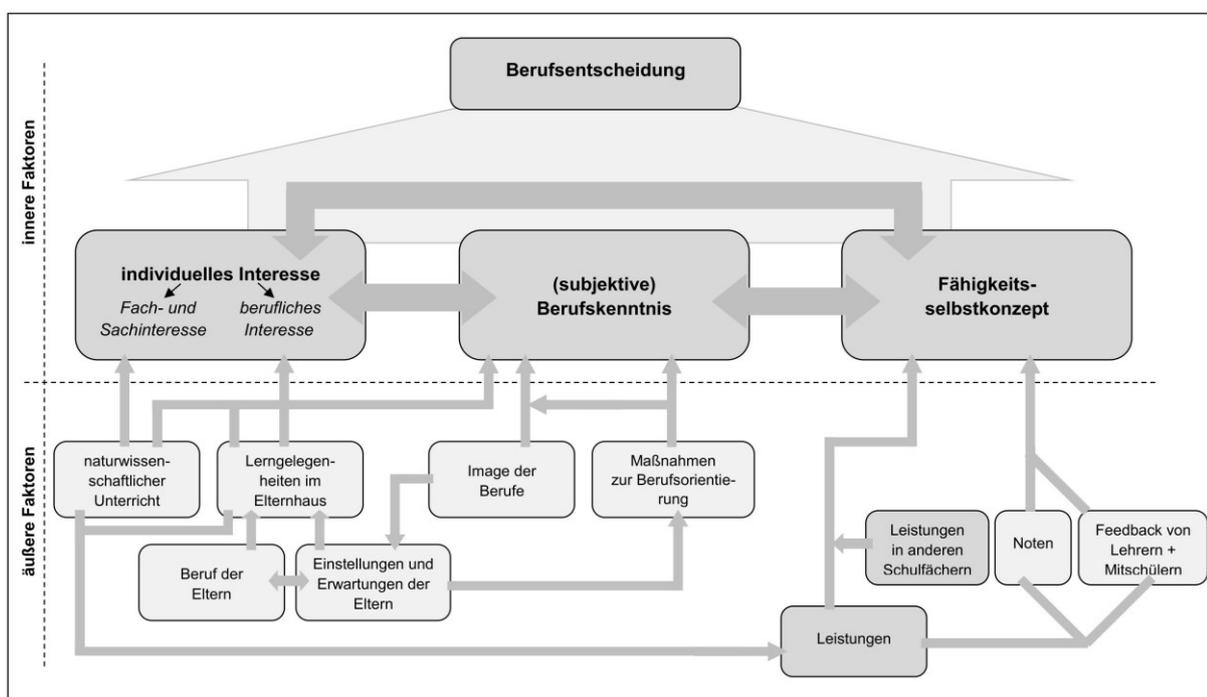


Abb. 4: Innere und äußere Einflussfaktoren im Berufswahlprozess (Frank, 2014, S. 33).

Betrachtet man die Beziehung der drei, nach Frank vorgeschlagenen inneren Faktoren, so wird deutlich, dass nicht einer alleine zu einer gut begründeten Berufswahl führen kann. Beispielsweise genügt es nicht, ein gesteigertes Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zu haben, um einen entsprechenden Beruf einzuschlagen. So sind die Befunde von Lyons und

<sup>35</sup> An dieser Stelle ist anzumerken, dass aufgrund bis dato fehlender empirischer Befunde für die Relation der einzelnen Einflussfaktoren der globale Zusammenhang von Frank (2014) theoretisch begründet wird.

---

Quinn (2010) nicht verwunderlich, dass, obwohl 50 Prozent ihrer Stichprobe das Berufsfeld der Naturwissenschaften interessiert, lediglich 15 Prozent eine naturwissenschaftliche Karriere ins Auge fassen. Ähnliche Ergebnisse findet Elster (2009) für deutsche Schüler:innen bei der Analyse von Daten der ROSE Studie. Gleichwohl scheint das Interesse ein notwendiger, wenn auch kein hinreichender Einflussfaktor im Berufswahlprozess zu sein. Daher kommt dem Interesse in der Berufswahlforschung ein wesentlicher Stellenwert zu. So fußt das bereits in Kapitel 3.2.2 beschriebene RIASEC-Modell von Holland (1997) darauf, Berufsvorschläge anhand einer möglichst großen Kongruenz von persönlichen Interessen und Berufsmerkmalen zu liefern. Im Berufsleben angekommen, zeigen Personen in Berufen mit vielen Merkmalen einer entsprechenden RIASEC-Dimension tatsächlich auch ein signifikant höheres Interesse an der entsprechenden Dimension (Stoll, 2013). Auch wenn durch die zunehmende Digitalisierung heutzutage vielen Berufen zum Beispiel durch vermehrte administrative Bildschirmarbeit (*Conventional Dimension*) eine gewisse Inkongruenz nicht zu vermeiden ist (Fux, 2005), so ist es dennoch nicht verwunderlich, dass weithin angenommen wird, dass die Berufszufriedenheit bei der Passung von Interessen und Tätigkeiten steigt (Taskinen et al., 2008). Die Bedeutung des Interesses kann allerdings auch noch viel früher herausgestellt werden. Das Interesse an einem Lerngegenstand beeinflusst die Intensität und Häufigkeit der Auseinandersetzung mit ihm und begünstigt damit den Kompetenzerwerb (s. Abschnitt 3.3.1). Da wiederum die schulische Leistung für Bildungswegentscheidungen relevant ist, kann davon ausgegangen werden, dass das Interesse indirekt schon die frühen Phasen der Berufswahl beeinflusst (Kressdorf et al., 2022). Abel (2002) findet beispielsweise in einer Studie mit über 700 deutschen Studierenden, dass diese ihre Leistungskurse mit großer Mehrheit aufgrund von Interesse an den Inhalten gewählt haben. Auch groß angelegte deutsche (Vock et al., 2013) sowie die PISA Studien stellen die Wichtigkeit des Interesses für die Berufs- und Studienwahl immer wieder heraus (OECD, 2017; Taskinen et al., 2008). Taskinen (2010) findet ebenfalls in ihrer Dissertation unter anderem einen direkten Zusammenhang von Interesse an Naturwissenschaften und den entsprechenden Berufserwartungen für hochkompetente Schüler:innen.

Einen weiteren wesentlichen inneren Faktor stellt nach Frank (2014) die subjektive Berufskennntnis dar. Bedenkt man in diesem Zusammenhang die weitgreifenden, in Abschnitt 3.2.1 dargestellten stereotypischen Vorstellungen von Schüler:innen über Naturwissenschaftler:innen und deren berufliche Tätigkeiten, so lässt sich in diesem Zusammenhang allerdings schwer von Berufs-Kennntnis sprechen. Unbestritten sind auch hier

---

Ausnahmen, in denen Einzelne ein fundiertes Wissen über ihren Wunschberuf haben. Dennoch verfügt ein Großteil der Schüler:innen nur über ein vages und häufig stark verzerrtes Bild über Naturwissenschaftler:innen und deren Arbeit. „Weichen Realität und Image [des Berufsfeldes] stark voneinander ab, kann dies problematisch sein“ (ebd. 2014, S. 30), beispielsweise dann, wenn berufliche Entscheidungen aufgrund falscher Stereotype getroffen werden (Deutsch & Roth, 2023). Wesentliche Beiträge zu diesem Problemfeld liefern Hannover und Kessels. Sie argumentieren, dass Schüler:innen bei wichtigen Entscheidungen wie beispielsweise der Kurs-, Studien- oder Berufswahl einen Abgleich vom eigenen Selbstbild mit dem Stereotyp, der mit dem entsprechenden Schul- oder Studienfach oder Beruf verbunden wird, als Entscheidungsheuristik heranziehen (ebd. 2002, S. 344). Dieser sogenannte *Selbst-Prototypen-Abgleich* geht auf ein psychologisches Modell von Setterlund und Niedenthal (1993) zurück. Nach der Strategie des „self-to-prototype-matching“ versuchen Personen in Situationen immer möglichst so zu handeln, dass eine möglichst große Ähnlichkeit zwischen deren Selbstbild und einem situationsbedingten Stereotyp vorliegt (ebd. 1993, S. 770). Somit können nach Hannover und Kessels (2002) schon gemeinhin geteilte Annahmen, dass Physik ein Jungen- und Musik ein Mädchenfach sei, dazu führen, dieses oder jenes Fach nicht zu wählen, weil es nicht der eigenen Geschlechtsidentität entspreche. Kessels und Hannover (2004) konnten außerdem zeigen, dass der, von den Schüler:innen wahrgenommene Grad der Übereinstimmung zwischen ihrem Selbstbild und dem Stereotyp in einem Fach ein wesentlicher Prädiktor für die Berufswahlintention in diesem Fachbereich war. Bedenkt man im Zuge dieser Theorie die wahrgenommene Männlichkeit des Faches Physik (s. Kapitel 3.1), so kann es kaum verwundern, dass die Physik bisweilen ein männerdominiertes Fach ist (Cheryan et al., 2017). Waren im Wintersemester 2005/2006 nur ein Viertel der Studienanfänger:innen in Physik weiblich, so berichtet das Statistische Bundesamt (2023) für die Jahre 2020 bis 2023 immer noch, dass pro Studentin deutlich mehr als zwei Studenten in Physik immatrikuliert sind. Nach Tintori (2017) gleicht der Selbst-Prototypen-Abgleich in diesem Zusammenhang gar einer selbsterfüllenden Prophezeiung (vgl. hierzu Merton, 1948). Die Beziehung von stereotypischen Vorstellungen über ein Berufsfeld und Berufswahlintentionen wird in zahlreichen weiteren Studien thematisiert (z. B. in Finson et al., 1995; Hagenkötter et al., 2021; Stamer et al., 2019; Taskinen, 2010; Wentorf et al., 2015).

Der dritte innere Faktor bei der Berufswahl stellt nach Frank (2014) das Fähigkeitsselbstkonzept (FSK) der Schüler:innen dar. Da, wie noch zu zeigen sein wird, die Vorstellungen der Schüler:innen über das Tätigkeitsspektrum von Physiker:innen stark verkürzt

---

sind, kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie über ein reflektiertes FSK hinsichtlich dieser Tätigkeiten verfügen. Das Konstrukt wird daher auch in den vorliegenden Studien nicht erhoben. Zur Vollständigkeit werden in diesem Abschnitt dennoch die wesentlichen Befunde in Kürze dargestellt. Nach dem Handbuch der pädagogischen Psychologie stellt das FSK die „...Gesamtheit der kognitiven Repräsentationen eigener Fähigkeiten...“ (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008, S. 63) einer Person dar. Das FSK hängt laut Stiensmeier-Pelster und Schöne dabei vor allem von den Erfahrungen beim Bearbeiten entsprechender Aufgaben und vom Feedback relevanter Bezugspersonen ab und hat insbesondere Auswirkungen auf die Lernleistung. Wie auch beim Interesse scheint es beim physikspezifischen FSK geschlechtsspezifische Unterschiede zu geben. Große Studien, wie der IQB-Ländervergleich konnten zeigen, dass doppelt so viele Jungen, wie Mädchen ein hohes FSK in Physik angeben (Jansen et al., 2013). Wentorf et al. (2015) können in ihrer Studie dieses Ergebnis auch für das FSK an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten (innerhalb der *Inquiry* Dimension – s. Abschnitt 3.2.2.1) replizieren. Kalender et al. (2019) finden, dass selbst Physik-Studentinnen noch ein geringeres FSK als ihre Kommilitonen aufweisen. Sie finden außerdem einen Zusammenhang des FSK mit dem Interesse der Studierenden. Einen wesentlichen Einfluss auf das FSK hat nach den Ergebnissen von Kalender et al. die Tatsache, ob man glaubt, dass man von anderen als „physics-person“ wahrgenommen wird.

Nachdem die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Berufswahl dargestellt sind, bleibt die Frage offen, in welchem Alter die Berufsexploration stattfindet. Herzog et al. (2006) zeigen auf, dass bereits Kinder über Wunsch- oder Traumberufe phantasieren. Dabei haben Kinder wenige Kenntnisse über die entsprechenden Berufe. Sie orientieren sich vielmehr an Vorbildern oder Idolen. Häufige Wechsel des Wunschberufes sind daher im Kindesalter die Folge. Je nach eingeschlagener Schullaufbahn nach der Grundschule findet die weitere Berufsexploration dann entsprechend früher oder später statt. Herzog et al. (2006) attestieren besonders Schüler:innen an Gymnasien, dass deren Berufswahlprozess zirkulär verschiedene Phasen durchläuft. So komme es häufiger vor, dass Berufe favorisiert und dann wieder verworfen werden. Gleichwohl beschreiben sie und Taskinen (2010), dass sich besonders im gymnasialen Zweig häufig erst kurz vor dem Schulabschluss intensiver und vor allem bewusst mit der Berufs- oder Studienwahl beschäftigt wird. Auch Kracke (2006) findet diesbezüglich für ein Drittel aller Gymnasiast:innen, dass sie ein Jahr vor dem Schulabschluss noch relativ unsicher über ihre Zeit nach der Schule sind. Auch wenn die finale Berufsorientierung scheinbar erst relativ spät stattfindet, müssen Schüler:innen auch schon zu früheren Zeitpunkten wichtige

---

Laufbahnentscheidungen treffen. Frank (2014) merkt hierzu an, dass besonders Übergangentscheidungen, wie die Wahl von Leistungskursen, bereits die spätere Berufsorientierung beeinflussen. Kracke (2004) findet ebenso besonders kurz vor Übergangentscheidungen Jugendlicher eine gesteigerte Aktivität hinsichtlich der Berufsexploration. Passend dazu beschreiben C. Heine et al. (2006) besonders in den Naturwissenschaften die Wahl von Leistungskursen als prädiktiv für die spätere Studienwahl. Taskinen et al. (2008) zeigen in Bezug auf PISA Daten, dass etwa dreiviertel aller Schüler:innen der neunten Klasse bereits einen Wunschberuf nennen können. Auch wenn dadurch nicht gesagt ist, ob eine entsprechende Berufslaufbahn am Ende tatsächlich ergriffen wird, kann ein Einfluss des geäußerten Wunschberufes auf die passende Leistungskurswahl vermutet werden. Letztlich kann davon ausgegangen werden, dass Schülerinnen und Schüler bei ihren Leistungskurswahlen bewusst oder unbewusst spätere Berufsbestrebungen miteinbeziehen. Unterstützungsangebote zur Berufsorientierung könnten also gerade zu diesem Zeitpunkt gewinnbringend sein.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich die Berufswahl von Jugendlichen als komplexer Prozess mit zahlreichen interdependenten inneren und äußeren Einflussfaktoren darstellt. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, an welchen Stellen Unterstützungsangebote für Schüler:innen hilfreich sein können. Da sich, wie im vorherigen Abschnitt geschildert, selbst interessierte Schüler:innen mit hohem FSK in Physik nicht für Berufe in diesem Bereich entscheiden, könnte eine mangelnde Kenntnis über das Berufsfeld hier den ausschlaggebenden Aspekt darstellen. Direkte Berufsbildungsangebote innerhalb der Schule sind meist lediglich über Berufspraktika und damit begrenzt möglich. Somit haben es sich zahlreiche außerschulische Lernangebote zur Aufgabe gemacht, den Schüler:innen einen authentischen Einblick in das Berufsfeld der Naturwissenschaften zu bieten. Daher soll im Folgenden zunächst ein kurzer Einblick über außerschulische Lernorte und wesentliche empirische Befunden zu deren Wirksamkeit gegeben werden.

### **3.4 Außerschulische Lernorte als Möglichkeit zur authentischen Vermittlung von Wissenschaft**

Die Schule als der klassische Ort des Lernens in Deutschland wird nicht erst seit der Corona-Pandemie durch weitere Lernmöglichkeiten, wie den Distanzunterricht ergänzt (Ungermann, 2022). Spätestens seit den ersten Ergebnissen internationaler Bildungsstudien wie TIMSS und

---

PISA werden neue Formen und Orte des Lernens als nützliche Ergänzung des klassischen Lernangebotes in Schulen akzeptiert und initiiert (Engeln, 2004). In diesem Zusammenhang fällt immer wieder das Stichwort der „außerschulischen Lernorte“. Lernorte werden bereits vor längerer Zeit von der Deutschen Bildungskommission als „... im Rahmen des öffentlichen Bildungswesens anerkannte Einrichtung[en]“ (Die Deutsche Bildungskommission 1977, S. 171 zitiert nach Freericks et al., 2017, S. 9) beschrieben. Neuere Versuche der Begriffsbestimmung öffnen diese relativ strikte Definition. Unter Einbeziehung des „außerschulischen“ Charakters können Lernorte nach Freericks et al. (2017) sogar „... alle Orte sein, an denen auf verschiedene Weisen gelernt werden kann...“ (ebd. 2017, S. 9). Mit mittlerweile fast 500 Angeboten mit MINT-Bezug im deutschsprachigen Raum stellen dabei Schülerlabore<sup>36</sup> weitverbreitete und zentrale außerschulische Lernorte dar (Lernort Labor, 2024), die auch in den letzten Jahren in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung vielfältig untersucht wurden. Es konnten dadurch zahlreiche positive Effekte von Schülerlaboren durch eine Vielzahl an empirischen Studien belegt werden. Ein häufig genanntes Problem stellt allerdings die fehlende nachhaltige Wirkung solcher Angebote dar. Im Folgenden sollen daher zunächst Schülerlabore näher klassifiziert und die Ergebnisse wesentlicher empirischer Studien zu deren Wirksamkeit dargestellt werden. Hieraus abgeleitet werden Implikationen für Merkmale eines außerschulischen Lernangebotes, das nachhaltige Effekte verspricht.

### **3.4.1 Kategorien und Ziele von Schülerlaboren**

Legt der Begriff „Schülerlabor“ zunächst eine einfache Kategorisierung als Ort, an dem Schüler:innen Versuche oder Untersuchungen aus dem Bereich der Naturwissenschaften, Technik, Medizin oder Ähnlichem machen können nahe, wird bei der großen Anzahl an Schülerlaboren alleine aus dem MINT-Bereich schnell klar, dass es einer differenzierteren Betrachtung bedarf. Zunächst einmal sind Schülerlabore von anderen Angeboten im weiteren Feld der Wissenschaftskommunikation, wie beispielsweise Bildungsmessen oder Museen, abzugrenzen. Hoff (2020) schlägt hierfür eine Unterteilung in intentionale (bewusste) und inzidentelle (unbewusste) Lernprozesse in formalen, non-formalen und informellen Lernkontexten vor (s. Tabelle 3). Schülerlabore stellen demnach non-formale Lernorte, also „...“

---

<sup>36</sup> Der Terminus Schülerlabor mit der Verwendung des generischen Maskulinums hat sich in der Forschung und im allgemeinen Sprachgebrauch etabliert und wird daher auch in dieser Arbeit verwendet.

strukturierte Institutionen oder Organisationen...“ (ebd. 2020, S. 21) wie beispielsweise Universitäten oder Forschungseinrichtungen dar, an denen intentional Lernangebote geschaffen werden.

Tabelle 3 Kategorisierung von wissenschaftskommunikativen Lernangeboten (nach Hoff, 2020, S. 19).

	<b>formal</b>	<b>non-formal</b>	<b>informell</b>
<b>intentional</b>	Besondere Unterrichtsmaterialien, Nachmittagsangebote	Schülerlabore, Science Camps	Bücher, Magazine, Websites
<b>inzidentell</b>	Besuche von Forschenden in der Schule	Science-Center, Museen	Bildungsmessen, TV, Science Slams

Zur weiteren Kategorisierung der Schülerlabore schlagen Haupt et al. (2013) sechs Kategorien vor, die mittlerweile vom Bundesverband der Schülerlabore um drei weitere ergänzt wurden (Lernort Labor, 2024). Wie bei der obigen Kategorisierung nach Hoff sind die Übergänge zwischen den Kategorien auch hier fließend. Tillmann und Wegner (2021) stellen die Kategorien nach Haupt et al. und dem Lernort Labor mit den hauptsächlich verfolgten Zielen und Besonderheiten der jeweiligen Einrichtungen tabellarisch dar (s. Tabelle 4).

Tabelle 4 Kategorien von Schülerlaboren (Lernort Labor, 2024; tabellarische Auflistung in Tillmann & Wegner, 2021, S. 8).

<b>Kategorie</b>	<b>Ziele</b>	<b>Besonderheiten</b>
<b>(K)</b> Klassische Schülerlabore	Breitenförderung	Für ganze Schulklassen, Bezug zu Schulcurricula
<b>(F)</b> Schülerforschungszentren	Begabtenförderung	Für interessierte Schüler:innen, außerhalb regulärer Schulangebote
<b>(L)</b> Lehr-Lern-Labore	Lehramtsausbildung	Für ganze Schulklassen, Lehramtsstudierende in Konzeption und Betreuung eingebunden
<b>(W)</b> Schülerlabor zur Wissenschaftskommunikation	Einblick in wissenschaftliche Arbeitsweisen	Kein direkter Bezug zu Schulcurricula, oft in großen Forschungszentren
<b>(U)</b> Schülerlabore mit Bezug zu Unternehmen	Kennenlernen des Unternehmens	Fokus auf unternehmerisches Handeln und Projektmanagement
<b>(B)</b> Schülerlabore zur Berufsorientierung	Kennenlernen von MINT-Berufen	Vertiefende Einblicke in Berufsfelder
<b>(E)</b> Schülerlabore zum Thema Entwicklung	Förderung handwerklicher Fähigkeiten	Lernorte mit Werkstatt-Charakter, breitere Zielgruppe
<b>(G)</b> Schülerlabore der Geistes-/Sozial-/Kulturwissenschaften	Ethische Fragen im MINT-Bereich	Betrachtung der Wirkung und gesellschaftlicher Bedeutung menschlichen Handelns
<b>(M)</b> mobile Schülerlabore	Flexibler Einsatz	Flexibler Besuch und Betreuung einer Zielgruppe in deren Bildungsstätte

---

Wie die Auflistung von Lernort Labor zeigt, werden mit den heutigen Schülerlaborangeboten verschiedene Zielgruppen angesprochen. Auch die Räumlichkeiten und Lerninhalte sind je nach Kategorie und konkreter fachlicher Ausrichtung verschieden. Trotz aller Unterschiede verfolgen alle Schülerlabore gemeinsame Ziele, die in gewisser Weise über den Fachinhalten stehen. Engeln und Euler definieren bereits 2004 vier mehr oder weniger allgemeingültige Ziele von Schülerlaboren. So wollen Schülerlabore

- (1) Interesse an Naturwissenschaften und deren Themen fördern,
- (2) selbstständiges Arbeiten initiieren und fördern,
- (3) adäquate Vorstellungen über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und deren Bedeutung für die Gesellschaft vermitteln,
- (4) und Möglichkeiten zur Berufsorientierung schaffen (Engeln & Euler, 2004).

Der Bundesverband der Schülerlabore stellt zusätzlich noch das Ziel der Nachwuchsförderung in den Raum und attestiert damit Schülerlaboren eine gesellschaftliche und gar volkswirtschaftliche Aufgabe.

### **3.4.2 Forschung zu Schülerlaboren und vergleichbaren außerschulischen Lernorten**

In einem aktuellen Literaturreview finden Tillmann und Wegner (2021) zwischen den Jahren 2000 und 2020, 515 Einträge in deutscher und englischer Sprache zum Thema außerschulische Lernorte und Schülerlabore. Eine Analyse der Einträge ergab letztlich in dem entsprechenden Zeitraum 42 Studien, die sich mit der Evaluation der Wirksamkeit von deutschen Schülerlaboren befassen. Darunter fallen acht Studien, die sich explizit mit physikbezogenen Schülerlaboren beschäftigen. Trotz der unterschiedlichen Schwerpunkte und fachlichen Ausrichtungen der Angebote finden Tillmann und Wegner einen starken Fokus der Studien auf motivationale Aspekte. So untersucht eine Vielzahl der Studien den Einfluss des Schülerlaborbesuches auf das Interesse der Schüler:innen an den Naturwissenschaften. Insgesamt zeigt die Studienlage dahingehend auch ein einheitliches Bild. Schülerlabore scheinen in der Lage zu sein – zumindest kurzfristig – das Interesse der Schüler:innen geschlechtsunabhängig zu fördern (z. B. in Engeln, 2004; Pawek, 2009; Priemer et al., 2018). Lediglich eine der einbezogenen Studien konnte keinen Zuwachs des Interesses feststellen. Diese positiven Befunde werden allerdings dadurch relativiert, dass die Effekte nicht von Dauer zu sein scheinen. So zeigen verschiedene Studien, dass das Interesse längerfristig wieder abnimmt und die Schülerlabore somit keine nachhaltige Wirkung in Bezug zum Interesse

---

erzielen können (Tillmann & Wegner, 2021). Betrachtet man in diesem Zusammenhang die, im Vergleich zu den fortwährenden und jahrelangen Erfahrungen in der Schule, relativ kurze Intervention eines Schülerlaborbesuches, stellen Falk et al. (2018) die Frage in den Raum, welche längerfristigen Effekte man überhaupt erwarten könne. Als vielversprechende Möglichkeiten das Interesse dennoch auf dem gesteigerten Niveau zu halten, werden beispielsweise der mehrmalige Besuch eines Schülerlabors und die stärkere Einbindung in den Unterricht diskutiert (Guderian, 2006; Itzek-Greulich, 2014; Streller, 2015). Auch, wenn die nachhaltigen Effekte in Bezug zum Interesse bisher meist ausbleiben, plädieren Euler und Schüttler (2020) dafür, die Bemühungen nicht zu reduzieren. Sie sehen Schülerlabore in der MINT-Bildung gar als die „produktive Hefe im Teig“ (ebd. 2020, S. 163), die Innovationen im eher trägen deutschen Schulsystem überhaupt erst möglich machen.

Häufiger findet man in den Studien aufgrund der mangelnden Nachhaltigkeit der Effekte auch den Lösungsvorschlag, die Interventionen künftig länger und damit intensiver zu gestalten (z. B. in Hochberg & Kuhn, 2020; Leiß, 2019). Solche längeren Angebote wie Summer Schools oder Science Camps stellen in Deutschland weniger weit verbreitete und beforschte außerschulische Lernorte dar. Entsprechende Angebote sind laut Hoff (2020) allerdings hinsichtlich Zielen und Aufbau Schülerlaboren prinzipiell ähnlich. Sie sind jedoch in der Regel länger und dauern von einem Tag bis mehrere Wochen. Ein Angebot, das jenem in dieser Arbeit vorgestellten ähnlich ist, beschreiben Gürbüz et al. (2019).<sup>37</sup> Bezüglich deren Wirksamkeit finden Kitchen et al. (2018) in einer US-amerikanischen Studie, dass der Besuch einer Summer School mit MINT-Bezug zu einer gesteigerten Berufswahlintention führte und auch das Image („attitudes towards science“) der Naturwissenschaften verbessert werden konnte. Ähnliche Ergebnisse finden Knox et al. (2003). Sie heben außerdem die Tatsache positiv hervor, dass sich Teilnehmende einer Projektwoche intensiv mit Gleichgesinnten beschäftigen könnten. Gibson und Chase (2002) konnten in einer ebenfalls US-amerikanischen Längsschnittstudie zeigen, dass durch die Teilnahme an einer zweiwöchigen Summer School der allgemeine Rückgang des Fach- und Sachinteresses an Naturwissenschaften längerfristig aufgehalten werden konnte. Auch das Image zu den Naturwissenschaften konnte nachhaltig verbessert werden. Einige Studien legen zudem nahe, dass ein Science Camp die Kenntnis über

---

<sup>37</sup> Eine ausführliche Evaluation ist hierzu nicht dokumentiert, sodass die Wirksamkeit nicht nachgewiesen werden kann.

---

naturwissenschaftliche Berufe verbessern (Enriquez, 2010), die Berufs- und Studienwahlintention in den Naturwissenschaften steigern und die Studienlaufbahn nachhaltig positiv beeinflussen kann (Martinez et al., 2012; Salto et al., 2014). Sollen Themen zu NOS oder NOSI Inhalte derartiger Angebote sein, so findet eine Studie von Bell et al. (2003), dass man diese zwingend explizit vermitteln sollte. Auch Hochberg und Kuhn (2020) kommen zu diesem Schluss. Eine intensive explizite Thematisierung trage nach Ansicht der Autor:innen dazu bei, die Kenntnisse über das Tätigkeitsspektrum in der Physik zu verbessern und die Berufs- und Studienwahlintention zu steigern (ebd. 2020).

Das Image von sowie Kenntnisse über Tätigkeiten in den Naturwissenschaften wurden auch in einigen Studien zur Wirksamkeit von Schülerlaboren untersucht. So finden A. Brandt (2005) und Simon (2019), dass ein Schülerlaborbesuch das negative Image der Naturwissenschaften verbessern kann. Auch Weißnigk und Euler (2014) konnten für ein industrienahes Schülerlabor positive Effekte des Besuchs auf das Image und die Berufsorientierung finden (ausführlich in Weißnigk, 2013). Ob Schüler:innen nach einem Schülerlaborbesuch auch das Tätigkeitsspektrum in den Naturwissenschaften besser beschreiben können und damit eine bessere Berufskennntnis erreicht werden kann, untersuchen Stamer (2019) und Leiß (2019). Die explizite und authentische Vermittlung des Tätigkeitsspektrums im Zuge des Schülerlabors führte zur Verringerung stereotypischer Vorstellungen und konnte insbesondere die Wahrnehmung von weniger stereotypischen Tätigkeiten innerhalb der *Artistic* und *Social Dimension* (Stamer, 2019) und der *Enterprising* und *Networking Scientific Dimension* (Leiß, 2019) verbessern. Leiß (2019) konnte auch vier Monate nach der Intervention und damit nachhaltige Effekte auf die Berufskennntnis der Schüler:innen nachweisen. Auch er wirbt jedoch dafür länger Angebote zu entwickeln, um die positiven Effekte noch nachhaltiger zu sichern oder gar zu steigern.

In der Literatur zu außerschulischen Lernorten findet sich immer wieder auch die Forderung an diese, dass Schüler:innen dort authentische Erfahrungen machen können müssen (Engeln, 2004; Euler & Schüttler, 2020; Laherto et al., 2018; Pawek, 2009; Stamer, 2019; Weißnigk, 2013). Euler und Schüttler (2020) argumentieren dabei, dass alleine die Standorte (meist an Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen) der Schülerlabore, die dort agierenden Personen und die verwendeten Gerätschaften die Authentizität lieferten. Diese Darstellung unterschreibt ein Literaturreview von Anker-Hansen und Andréé (2019) über die Jahre 2013 und 2014. Sie analysieren knapp 100 Artikel aus den drei hoch angesehensten internationalen Journalen zur Naturwissenschaftsdidaktik und finden, dass die meisten Artikel den Begriff der

---

Authentizität mit dem Kontakt mit „echten“ Naturwissenschaftler:innen zusammenbringen. Auch wenn es zahlreiche Konzeptionierungen des Begriffes Authentizität gibt und diese durch mannigfaltige Weisen erreicht werden kann, herrscht im allgemeinen Einvernehmen darüber, dass Authentizität einen wesentlichen Faktor für (außerschulische) Lernangebote darstellt (Schriebl et al., 2023). Diesbezüglich kann Betz (2018) in einer Studie zu einem linguistischen Schülerlabor einen direkten Zusammenhang zwischen wahrgenommener Authentizität und einem gesteigerten situativen Interesse nachweisen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass außerschulische Lernangebote wie Schülerlabore oder Science Camps in der Lage sind, bei Schüler:innen situatives Interesse an den Naturwissenschaften zu wecken. Sie tragen außerdem dazu bei, ein authentisches Bild der modernen naturwissenschaftlichen Forschung zu vermitteln und damit das Image zu verbessern sowie negative Stereotype über Akteure in diesem Feld abzubauen. Damit die Effekte nachhaltig wirken, bedarf es scheinbar einer längeren Intervention und/oder einer intensiven Vor- und Nachbereitung im Unterricht. Werden Interessenförderung, Inhaltsvermittlung und berufsorientierende Aspekte verbunden, können derart gestaltete außerschulische Lernorte überdies einen wichtigen Beitrag zur Berufsförderung im MINT-Bereich liefern (Frank, 2014).

---

## 4 Projektziele und Studiendesign

---

Entsprechend der dargelegten theoretischen und empirischen Grundlagen scheinen die Akteur:innen und Tätigkeiten in den Naturwissenschaften mit zahlreichen Stereotypen belegt. Dabei sind auch die vielfältigen Tätigkeiten in der modernen experimentellen und insbesondere auch theoretischen physikalischen Forschung Schüler:innen aber auch Erwachsenen wenig bekannt. Die bisherige Forschung zu außerschulischen Lernorten zeigt, wie in Kapitel 3 dargestellt, dass diese prinzipiell in der Lage sind diese Aspekte von NOST und weitere im Sinne von NOSI und NOS und damit wesentliche Bausteine einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) zu vermitteln. Obwohl die positiven Effekte solcher Angebote dabei meist nur von kurzer Dauer sind (vgl. 3.4), können sie positive Impulse im Hinblick auf motivationale Aspekte des Lernens (bspw. das Interesse) setzen und Unterstützung in der Berufsorientierung bieten.

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit war daher ein attraktives außerschulisches Lernangebot für Schüler:innen zu konzipieren, das den Forschungsalltag in der experimentellen und theoretischen Physik authentisch abbildet und dabei nachhaltige positive Effekte auf motivationale Aspekte des Lernens, das Image der Physik, die Kenntnis zum Arbeitsalltag in der Physik sowie die Berufswahlintention der Schüler:innen erbringen kann. Um den Arbeitsalltag in der Physik auch tatsächlich abzubilden und nicht Gefahr zu laufen, dass eventuell vorliegende stereotypische Vorstellungen vom Verfasser der Arbeit in die Angebote einfließen, lies sich als nachfolgendes Ziel die Erfassung der Tätigkeiten von Forschenden des SFB 1245 ableiten. Die gesammelten Erkenntnisse sollten dann in die Konzipierung der außerschulischen Lernorte einfließen. Da es ein vergleichbares Angebot in der Physik mit ähnlichen Zielen noch nicht gab<sup>38</sup>, wurde sich dafür entschieden, verschiedene nach Umfang gestaffelte Angebote zu erstellen und deren Wirksamkeit zu vergleichen. Die vorliegende Arbeit verfolgt damit gleichermaßen ein Erkenntnisziel sowie ein Gestaltungsziel (Becker et al., 2003).

Um die geplanten Ziele zu erreichen und die Wirksamkeit der Angebote auch evaluieren zu können, wurde der in Abb. 5 dargestellte zeitliche Forschungsablauf erstellt. Bei den Studien werden je nach Forschungsinteresse im Sinne eines Mixed-Method-Ansatzes (z. B. in Döring &

---

<sup>38</sup> Die Angebote von Stamer (2019) und Leiß (2019) sind ähnlich gelagert, beziehen sich aber auf die Naturwissenschaften insgesamt.

---

Bortz, 2016) qualitative und quantitative Forschungsmethoden eingesetzt und zum Teil kombiniert.

Im Sinne des Design-Based-Research Ansatzes (z. B. in Wilhelm & Hopf, 2014) wurde ausgehend von theorieorientierten Überlegungen und den Erkenntnissen der Vorstudie als außerschulisches Lernangebot die viertägige universitäre Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ zyklisch entwickelt, erprobt und überarbeitet (s. Kapitel 8.1). Um die Wirksamkeit der Intervention zu überprüfen, wurde eine korrespondierende Erhebung (s. Kapitel 9) anhand von fünf Gruppen durchgeführt. Jede Gruppe wurde dabei zu drei Messzeitpunkten (direkt vor dem Angebot: pw\_pre, direkt nach dem Angebot: pw\_post sowie acht Wochen nach dem Angebot: pw\_fu) mit einem Fragebogen (s. Kapitel 6) befragt. Zwischen der dritten und vierten Durchführung fand entsprechend des Design-Based-Research Ansatzes (Wilhelm & Hopf, 2014) eine erste Analyse der Daten und darauffolgende Überarbeitung des Angebotes statt.

Um zu überprüfen, ob vergleichbare Effekte auch bereits bei einer weniger intensiven Intervention erreicht werden können, wurde das Konzept des eintägigen Schülerlabors Physik der TU Darmstadt (Ungermann, 2022) derart umgestaltet, dass es einen Vergleich beider Angebote erlaubt (s. Kapitel 8.2).<sup>39</sup> Die Interventionsstudie zum Schülerlabor wurde im Mai/Juni 2023 (Überarbeitungszeitraum der Projektwoche) an vier Schulklassen durchgeführt (s. Kapitel 10). Die Schüler:innen wurden hierbei zu zwei Messzeitpunkten (direkt nach dem Besuch: sl\_post und acht Wochen nach dem Besuch: sl\_fu) befragt. Um die Effekte des Schülerlabors messen zu können, wurde parallel eine Erhebung an einer Referenzstichprobe (Baseline) durchgeführt (s. Kapitel 7). Die expliziten Forschungsfragen zu den Teilstudien finden sich in den entsprechenden Kapiteln.

---

<sup>39</sup> Da das Konzept des Schülerlabors und insbesondere die praktischen Anteile bereits von Ungermann (2022) iterativ entwickelt und erprobt wurden, wurde hier auf eine Überarbeitung zwischen den Erhebungen verzichtet.

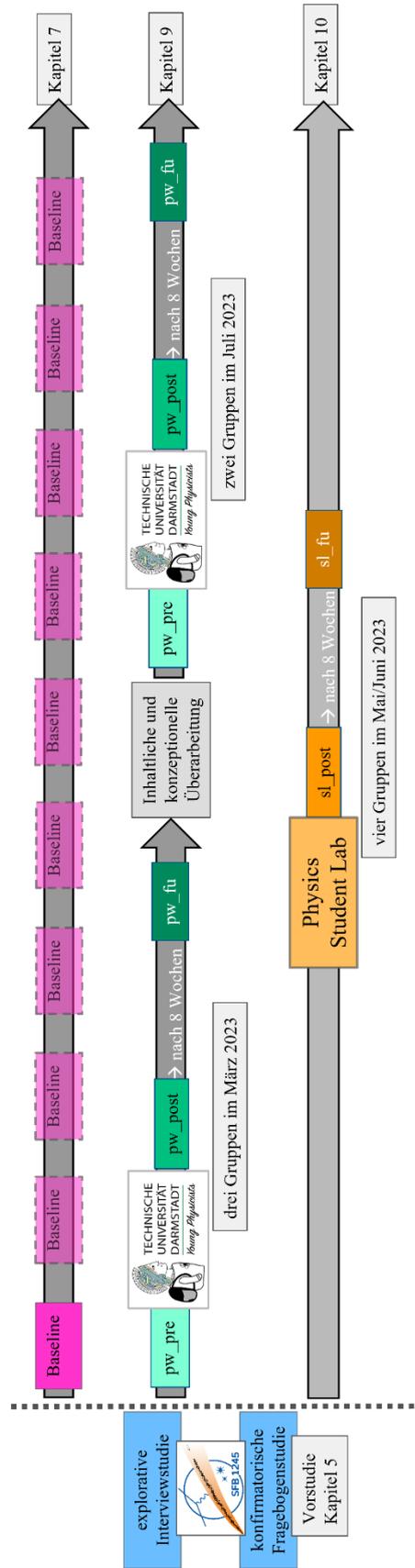


Abb. 5: Zeitlicher Ablauf der unterschiedlichen Teilstudien im vorliegenden Promotionsprojekt.

---

## 5 Vorstudie – Tätigkeiten in der Kern- und Astrophysik

---

Das übergeordnete Ziel der Vorstudien war die grundlegende Erfassung der Tätigkeiten von Physiker:innen im SFB 1245 als Basis für die anschließende Erstellung eines geeigneten Erhebungsinstruments für die Hauptstudie. Außerdem dienen die gesammelten Erkenntnisse als Grundlage für die Erstellung der außerschulischen Lernangebote (s. Abschnitt 8). Um die beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen<sup>40</sup> möglichst breit und offen zu erfassen, wurde hierzu ein zweistufiges Studiendesign verwendet. Zunächst wurde in einer explorativen Interviewstudie versucht, den Arbeitsalltag in der Physik möglichst divers abzubilden. Das Ziel war hierbei das Zusammenstellen eines Satzes an Tätigkeiten, der den Forschungsalltag von Physiker:innen im SFB 1245 möglichst vollumfänglich darstellt. Eine anschließende konfirmatorische Fragebogenerhebung soll die Kenntnisse aus der Interviewstudie allgemeiner fassbar machen und die Bildung von Tätigkeitsprofilen, als stärker quantitative Darstellung des Tätigkeitsspektrums, ermöglichen.

### 5.1 Forschungsfragen

Entsprechend der Ergebnisse der naturwissenschaftsdidaktischen (Leiß, 2019; Stamer, 2019; Wentorf et al., 2015) und wissenschaftstheoretischen (A. Heine, 2018) Studien (s. Kapitel 3.2.2.3) soll neben der allgemeinen Passung des RIASEC+N Modells zur Beschreibung des Arbeitsalltages in der Physik insbesondere die Repräsentation der theoretischen Physik überprüft werden. Hierzu wurden folgende Forschungsfragen und dazugehörige Hypothesen aufgestellt:

**(1) Welche beruflichen Tätigkeiten üben Physiker:innen des Sonderforschungsbereiches 1245 aus und lassen sich diese mit den bisherigen RIASEC+N Instrumenten hinreichend erfassen?**

Es wird angenommen, dass sich zahlreiche Tätigkeiten aus den erwähnten Studien auch unter Physiker:innen wiederfinden. Die siebendimensionale RIASEC+N Struktur in den Tätigkeitsprofilen findet sich dementsprechend auch in der Physik. Darüber hinaus

---

<sup>40</sup> In der vorliegenden Studie werden ausschließlich Physiker:innen in der universitären Forschung untersucht. Einen Überblick, in welchen Bereichen Physiker:innen des Weiteren arbeiten, geben zum Beispiel Koppel und Schröter (2010).

---

werden vor allem spezielle Tätigkeiten der theoretischen Physik bisher nur unzureichend abgebildet.

**(2) Wie unterscheiden sich die Tätigkeitsprofile entlang der RIASEC+N Dimensionen von theoretischen und experimentellen Physiker:innen unterteilt nach den verschiedenen Statusgruppen<sup>41</sup>?**

Es wird angenommen, dass sich die Tätigkeiten der experimentellen und theoretischen Physiker:innen im SFB 1245 eindeutig unterscheiden. Im Besonderen zeichnen sich letztere durch das gänzliche Fehlen von experimentellen Tätigkeiten in der *Realistic* Dimension und einen Fokus auf Programmier- und Berechnungstätigkeiten in der *Investigative* Dimension aus. Professor:innen, Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen beider Fachbereiche unterscheiden sich in der Häufigkeit der Ausführung von Tätigkeiten und haben demnach deutlich unterschiedliche Tätigkeitsprofile.

## **5.2 Explorative Interviewstudie<sup>42</sup>**

### **5.2.1 Design und Methoden**

Die Datenerhebung fand mittels leitfadengestützter explorativer Experteninterviews mit Physiker:innen des SFB 1245 statt. Darüber, wer als Experte oder Expertin in Interviews angesehen werden kann, gibt es eine anhaltende Diskussion (vgl. Helfferich, 2022; Mey & Mruck, 2020). Die Deutungen gehen hierbei weit auseinander. So gehen einige davon aus, jeder und jede könne Expert:in des eigenen Lebens sein, während andere lediglich „Funktionseliten“ als Expert:innen anerkennen (Helfferich, 2022, S. 887). Einen handhabbaren Mittelweg stellt die Definition nach Bogner und Menz (2002) dar. Demnach sollten Expert:innen über Prozess- und Deutungswissen in einem Handlungsfeld verfügen, in dem sie selbst beruflich oder organisational beschäftigt sind (ebd. 2002). Physiker:innen im SFB 1245 können demnach als Expert:innen ihres eigenen Arbeitsalltages angesehen werden, da sie über Wissen zu den eigenen Arbeitsprozessen verfügen und organisational durch eine Anstellung im SFB 1245

---

<sup>41</sup> Definition von den Statusgruppen in Kapitel 2.

<sup>42</sup> Teile dieses Kapitels wurden bereits in Kriegel und Spatz (2022) veröffentlicht.

---

eingebunden sind. Um sicherzustellen, dass möglichst alle Handlungsfelder von Physiker:innen im SFB 1245 abgedeckt sind, wurde dementsprechend bei der Auswahl der Interviewpartner darauf geachtet, dass alle relevanten Statusgruppen (Doktorand:innen, Post-Doktorand:innen und Professor:innen) sowie die experimentelle und theoretische Physik vertreten sind. Da davon auszugehen war, dass die Physiker:innen Tätigkeiten äußern, die nicht oder nur teilweise in den bisherigen Studien zum RIASEC+N Modell aufgeführt werden, lassen sich die Interviews als explorativ klassifizieren. Sie ermöglichen somit nach Bogner und Menz eine „...erste Orientierung in einem ... unübersichtlichen Feld...“ (2002, S. 64).

Der Interviewer (Verfasser der Arbeit) lässt sich entsprechend den Typisierungsdimensionen nach Bogner und Menz (2002) als „Experte einer anderen Wissenskultur“ (ebd. 2002, S. 79) beschreiben. Das physikalische Vorwissen des Interviewers sorgte dabei dafür, dass die Interviewten nicht gänzlich von der Verwendung von Fachbegriffen absahen. Gleichzeitig wurden bestimmte Teile der Gespräche durch das von den Interviewten imaginierte Forschungsinteresse stärker expliziert<sup>43</sup>. Hierdurch konnte ein großer Faktenreichtum in den Interviews erreicht und die zeitlichen Ressourcen der Interviewten geschont werden.

#### **5.2.1.1 Interviewleitfaden**

Um eine stärkere Strukturierung der Interviews vorzunehmen und um möglichst effektiv das Praxis- und Erfahrungswissen der Physiker:innen hinsichtlich ihres Arbeitsalltages zu erfragen, wurden leitfadengestützte Interviews geführt (Helfferich, 2022). Um dabei möglichst alle Tätigkeiten erfassen zu können, wurden die Interviews vor allem mit offenen Fragen geführt. Der verwendete Interviewleitfaden (Anhang A1) diente dabei hauptsächlich zur Strukturierung des Gesprächsablaufs (Bogner & Menz, 2002). Dieser wurde im Zuge des ersten Interviews pilotiert und anschließend geringfügig hinsichtlich der möglichen Gesprächsinterventionen angepasst.

Im *ersten* Abschnitt des Leitfadens finden sich offene Fragen zum Arbeitsalltag und den beruflichen Tätigkeiten. Hierbei wurde sich an folgenden Fragen von Wentorf et al. orientiert:

---

<sup>43</sup> So wurden bestimmte Themen ausführlicher dargestellt, weil von den Interviewten angenommen wurde, dass dieser Bereich die vorliegende Arbeit bereichern könne.

---

„Wie sieht ein typischer Arbeitsalltag bei Ihnen aus?“ und „Welchen Tätigkeiten gehen Sie am häufigsten in ihrem Arbeitsalltag nach?“ (ebd. 2015, S. 213). Hierbei wurde bewusst auf zwei offene Fragen gesetzt, um eine möglichst ausführliche Narration durch die Interviewten zu initiieren. Es wurde dabei bewusst darauf geachtet, zunächst möglichst auf Nachfragen zu verzichten, um den Erzählfluss nicht zu unterbrechen. Lediglich bei Abschweifungen hin zu nicht berufsrelevanten Äußerungen wurde interveniert. Sofern einzelne Tätigkeitsbereiche (RIASEC+N-Dimensionen), die seitens des Interviewers auf Grundlage früherer, ähnlich gelagerter Studien (s. Abschnitt 3.2.2.3) antizipiert wurden, in den Ausführungen keine Erwähnung fanden, wurde explizit zu Tätigkeitsbereichen entlang der RIASEC+N Dimensionen nachgefragt. Sollten beispielsweise keine Tätigkeiten aus der *Social* Dimension (z. B. Lehrtätigkeiten) von den Interviewten genannt werden, wurde eine Rückfrage gestellt, ob auch Tätigkeiten aus diesem Bereich ausgeführt werden. Des Weiteren wurde erfragt, inwiefern es Tätigkeiten gibt, mit denen sich speziell im Rahmen des SFB1245 beschäftigt wird. Hierdurch sollten Tätigkeiten identifiziert werden, die ausschließlich im organisatorischen Rahmen eines Sonderforschungsbereiches ausgeführt werden und nicht per se zum Tätigkeitsspektrum in der Physik gehören.

Im *zweiten* Abschnitt stand die Identifizierung von Unterschieden in den Tätigkeiten der Statusgruppen sowie der experimentellen und theoretischen Physik im Zentrum. Mit der Frage, inwiefern sich die eigenen Tätigkeiten von denen der jeweils anderen Fachdisziplin (Theorie/Experiment) unterscheiden, sollte insbesondere herausgefunden werden, ob grundlegend andere Tätigkeiten vorhanden sind. Dabei sollten besonders Tätigkeiten der theoretischen Physik aufgedeckt werden, da diese in den bisherigen Studien noch stark unterrepräsentiert schienen. Mit der Frage, inwiefern sich die eigenen Tätigkeiten, von denen der anderen Statusgruppen unterscheiden, sollte untersucht werden, ob und innerhalb welcher RIASEC+N Dimensionen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Tätigkeiten der Statusgruppen vorliegen.

Im *dritten* und letzten Abschnitt sollten die Interviewten äußern, welche Aspekte wesentliche Bausteine eines Angebotes für Schüler:innen sein sollten, um den Arbeitsalltag in der Physik in authentischer Weise zu vermitteln (angelehnt an Laherto et al., 2018; Stamer, 2019). Das Ziel hierbei war einerseits die Ansprüche und Wünsche der Fachwissenschaft an ein außerschulisches Angebot in Erfahrung zu bringen und andererseits gewünschte fachliche Schwerpunkte in der Konzeption des Angebotes berücksichtigen zu können.

---

### 5.2.1.2 Datenerhebung und Stichprobe

Die Teilnehmenden der Interviewstudie wurden durch ein Einladungsschreiben (s. Anhang A2) in deutscher und englischer Sprache, das an alle circa 100 Mitglieder des SFB 1245 adressiert war, akquiriert. Das Schreiben enthielt neben dem Aufruf zur freiwilligen Teilnahme an den Interviews auch eine kurze Erläuterung zum Forschungsprojekt. Die Interviews wurden im Wintersemester 2021/2022 mit zwölf (drei weibliche und neun männliche Teilnehmende) wissenschaftlichen Mitarbeitenden und Professor:innen des SFB1245 an der TU Darmstadt und der Johannes Gutenberg Universität Mainz per Videotelefonat geführt. Ein Interview wurde auf Wunsch der interviewten Person in englischer Sprache geführt. Die Interviews dauerten zwischen 25 und 35 Minuten und wurden nach vorheriger Zustimmung durch die Teilnehmenden in digitaler Form aufgezeichnet. Alle teilnehmenden Personen stellen für sich nach Patton (1990, S. 169) „information rich cases“ dar, da sie wie oben beschrieben über Expert:innen-Wissen zu ihrem Arbeitsalltag verfügen.

Tabelle 5. Verteilung der Interviewpartner:innen auf die Statusgruppen und die Fachdisziplinen.

	Experimentelle Physik	Theoretische Physik
Professor:in	2	3
Post-Doc	1	-
Doktorand:in	3	3

Da darüber hinaus alle wesentlichen Statusgruppen und Fachdisziplinen in adäquater Weise vertreten sind (s. Tabelle 5), kann bei der Stichprobenauswahl von einem „purposeful sample“ (ebd. 1990, S. 169) ausgegangen werden.

### 5.2.2 Datenaufbereitung und Auswertungsmethodik

Zunächst wurden die Audiodateien der Interviews mittels inhaltlicher-semantischer Transkription mithilfe von MAXQDA 2022 (VERBI Software, 2021) in Textdateien überführt (Dresing & Pehl, 2018). Bei dieser einfachen Art von Transkripten liegt der Fokus nach Dresing und Pehl unter anderem „... auf einer guten Lesbarkeit ... [sowie] auf dem semantischen Inhalt des Gesprächs“ (ebd. 2018, S. 17). Da auch in der vorliegenden Studie der Fokus der Analyse weniger auf nonverbalen Merkmalen, sondern mehr auf den explizit geäußerten Tätigkeiten in den Experteninterviews lag und den Transkriptionsprozess nur eine Person durchführte, wurde sich an dem einfachen Regelsystem nach Rädiker und Kuckartz (2019; angelehnt an Dresing &

Pehl, 2018) für die Transkription orientiert. Dementsprechend wurden einzelne Sprechbeiträge in eigene Absätze gefasst und jeweils mit einem Kürzel für Interviewer (**I**) und für befragte Person (**B**) versehen. Jeder Sprechbeitrag ist dabei in MAXQDA mit einer Zeitmarke versehen, sodass bei späteren Unklarheiten an die entsprechende Stelle in der Audiodatei gesprungen werden kann (Dresing & Pehl, 2018). Jegliche Äußerungen, die die befragte Person identifizieren würden, wurden anonymisiert. Außerdem wurde direkt zu Beginn jeder Person ein zufälliges Pseudonym zugewiesen. Es wurde wörtlich transkribiert und auf eine Glättung der Sprache zum Beispiel durch Entfernung von Dialekten zur besseren Lesbarkeit geachtet. Längere Pausen wurden durch Punkte (...) und Lautäußerungen entsprechend in Klammern gekennzeichnet (z.B. (ähm) oder (lacht)) (vgl. Rädiker & Kuckartz, 2019). Auf weitere Transkriptionsregeln wurde aus forschungsökonomischen Gründen verzichtet. Somit konnten die Interviews mit überschaubarem Zeitaufwand in hinreichender Genauigkeit in die Schriftform überführt werden.

Die Auswertung der Interviewtranskripte orientierte sich an den von Kuckartz und Rädiker (2022) vorgeschlagenen sieben Phasen einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse. Ein entsprechender idealisierter Ablaufplan findet sich in Abb. 6.

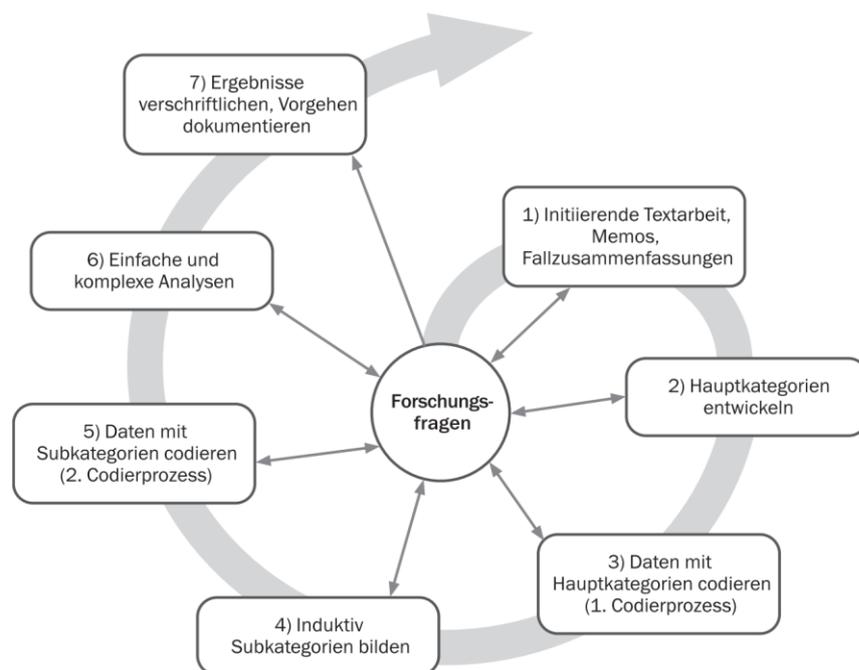


Abb. 6: Ablauf einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022, S. 132).

---

Im Zuge der initiierten Textarbeit wurden die Transkripte zunächst erneut sorgfältig gelesen, um sich mit dem Material intensiv vertraut zu machen. An Stellen, an denen Aussagen im Transkript uneindeutig erschienen, wurden die entsprechenden Audiodateien nochmals angehört und die Stellen mit Hinweisen versehen. Bei der initiierten Textarbeit lag der Fokus klar auf der Identifikation von Tätigkeiten. Dabei wurden auffällige oder ungewöhnliche Tätigkeiten markiert und erste Ideen für die Auswertung notiert.

Anschließend wurden die Hauptkategorien festgelegt. Da sich die RIASEC+N Dimensionen in der Studie von Stamer et al. (2019) als vielversprechende Ordnungsstruktur für die vielfältigen Tätigkeiten in der Naturwissenschaft erwiesen hatten, wurden diese auch in der vorliegenden Studie mit Physiker:innen im SFB 1245 verwendet. Die Hauptkategorien wurden somit deduktiv, d.h. theoriegeleitet festgelegt (Döring & Bortz, 2016). Um den anschließenden Codierprozess möglichst einfach zu gestalten, wurde jeder RIASEC+N Dimension eine Farbe zugeordnet. Tätigkeiten wurden dann zunächst vorläufig einer passenden Dimension zugeordnet und entsprechend farblich und nach der Tätigkeit codiert (Phase drei, erster Codierprozess). Dieses Vorgehen und die Tauglichkeit der Hauptkategorien wurden dann nach dem Vorschlag von Kuckartz und Rädiker (2022) an einem Teil der Interviews erprobt.

Die Phasen vier und fünf dienen der Ausbildung der Subkategorien. Hier ging es vorrangig darum, eine Sammlung an Tätigkeiten zu erhalten, die den Arbeitsalltag von Physiker:innen im SFB 1245 in seiner Breite abbildet. Da zu vermuten war, dass sich einige Tätigkeiten aus den bisherigen Studien zu Naturwissenschaftler:innen (Leiß, 2019; Stamer et al., 2019) auch bei den Physiker:innen im SFB 1245 finden, wurden zunächst die 39 Items von Stamer et al. (2019)<sup>44</sup> als deduktive Subkategorien für den zweiten Codierprozess verwendet. Diese wurden im Zuge des zweiten Codierprozesses teilweise angepasst, um das vorliegende Interviewmaterial besser abzudecken. Sofern Tätigkeiten in den Transkripten gefunden wurden, die nicht in dem bestehenden Kategoriensystem auftauchten, wurden sie als neue Kategorien ergänzt. Bei der Formulierung der Kategorien wurde stets darauf geachtet, diese bereits in altersangepasster Sprache für Schüler:innen zu formulieren, um deren Einsatz in der Fragebogenerhebung der Hauptstudie zu erleichtern. Kuckartz und Rädiker legen bei der Auswahl der Subkategorien nahe, nicht zu viele Merkmalsausprägungen zu unterscheiden, um

---

<sup>44</sup> Zehn Items sind dabei identisch zu Wentorf et al. (2015).

---

Ähnlichkeiten und Unterschiede der Interviewteilnehmenden besser analysieren zu können (ebd. 2022). Für den abschließenden Codierprozess wurden daher nur jene Tätigkeiten in das Kategoriensystem übernommen, die von mindestens zwei Interviewten geäußert wurden, um das Kategoriensystem nicht durch einmalig vorkommende Tätigkeiten zu überladen<sup>45</sup>. Dabei wurde außerdem darauf geachtet, sehr allgemein gefasste Subkategorien (also komplexere Aufträge, die zahlreiche Tätigkeiten voraussetzen) in möglichst trennscharfe Einzeltätigkeiten aufzuschlüsseln (vgl. Frank, 2014). Die Kategorien wurden im Laufe des Prozesses immer wieder mit Mitgliedern der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik diskutiert und angepasst. Im Zuge dessen ist auch der Codierleitfaden entstanden, der Regeln für den Codierprozess festlegt. Des Weiteren finden sich dort Ankerbeispiele und Definitionen für weniger trennscharfe Kategorien (s. Anhang A3).

Im Anschluss an den abschließenden Codierprozess wurden die Subkategorien mittels kommunikativer Validierung mit einer der interviewten Personen auf ihre Passung überprüft. Den Abschluss der Kategorienbildung bildete die Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung an einem Teil des Materials (siehe 5.2.2.1).

#### **5.2.2.1 Diskussion der Gütekriterien qualitativer Forschung**

Um die Qualität oder Güte einer wissenschaftlichen Studie zu beurteilen, werden deren Vorgehen und Erkenntnisse an Gütekriterien gemessen (Döring & Bortz, 2016). Während für quantitative Studien die klassischen Gütekriterien der Validität (Gültigkeit), Reliabilität (Stabilität und Zuverlässigkeit) und Objektivität (Unabhängigkeit vom Forschenden) gemeinhin akzeptiert sind, gibt es eine anhaltende Diskussion über geeignete Maße zur Beurteilung der Güte qualitativer Studien (ebd. 2016). Einigkeit herrscht jedoch darüber, dass sich nicht einfach die Gütekriterien der quantitativen Forschung übernehmen lassen (Mayring, 2016).

---

<sup>45</sup> Da die Statusgruppe der Post-Docs nur durch eine Person in den Interviews vertreten war, wurde darauf geachtet, dass hier keine einmaligen Äußerungen aussortiert wurden. Andernfalls hätten Tätigkeiten dieser Statusgruppe fälschlicherweise unterrepräsentiert sein können.

---

Einen handhabbaren Weg schlägt Mayring (2016) vor. Er definiert sechs Gütekriterien, die sich aus einer Sammlung aus verschiedenen Kriterienkatalogen und allgemeinen Betrachtungen der qualitativen Forschung zusammensetzen.

*(1) Verfahrensdokumentation*

Das Verfahren, mit dem wissenschaftliche Erkenntnisse in der qualitativen Forschung gewonnen werden, muss so detailliert dokumentiert werden, dass es für Dritte nachvollziehbar ist. Dies wird durch die genaue Darstellung der Arbeitsschritte in diesem Kapitel sichergestellt. Auch die Verwendung eines Interview- und Codierleitfadens sowie die Beachtung von Transkriptionsregeln sorgen für die nötige Transparenz der Vorgehensweise.

*(2) Argumentative Interpretationsabsicherung*

Im Zuge der Auswertung werden die Transkripte der Experteninterviews inhaltlich ausgewertet. Dabei ist stets nur eine Interpretation des Gesagten durch den Forschenden zugänglich. Diese muss dementsprechend argumentativ begründet werden. Grundsätzlich ist bei der vorliegenden Studie davon auszugehen, dass die Transkripte überwiegend manifeste Informationen enthalten, da die Interviews ein wenig wertebehaftetes Thema behandelten und zudem im Arbeitskontext geführt wurden. Es ist also davon auszugehen, dass die gesammelten Informationen wenig durch den Interpretationsvorgang verändert wurden. Dennoch werden die zur Auswertung herangezogenen Informationen stets mit den entsprechenden Stellen aus den Transkripten belegt und entsprechend argumentiert.

*(3) Regelgeleitetheit*

Neben der Verfahrensdokumentation spielt auch die Regelgeleitetheit eine wesentliche Rolle zur Absicherung der Studiengüte. Durch das Verfolgen der Transkriptionsregeln und des Ablaufschemas (s. Abb. 6) wurde darauf geachtet, die Interviews möglichst systematisch auf ihren Inhalt zu untersuchen. Mayring (2016) betont hierbei jedoch auch, dass ein stumpfes Befolgen der Regeln nicht zielführend sein kann. So wurden einzelne Arbeitsschritte der Auswertung teilweise verkürzt und andere durch einen weiteren Iterationsschritt ergänzt. So wurde beispielsweise ein weiterer Codierprozess durchgeführt, da sich im Laufe des zweiten Codierprozesses noch Änderungen in den Subkategorien ergaben.

---

#### *(4) Nähe zum Gegenstand*

Die Nähe zum Forschungsgegenstand wurde im Wesentlichen durch zwei Aspekte bedacht. Zunächst wurden die Physiker:innen während der Arbeitszeit zu deren Arbeitsalltag befragt, wodurch ein direkter Bezug zur Arbeitswelt sichergestellt werden konnte. Außerdem konnte durch die Repräsentation des SFB 1245 in der Projektwoche eine Interessenübereinstimmung erreicht werden. Bei den Befragten kann also ein direktes Interesse an den Forschungszielen vermutet werden. Um den Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten zu gewährleisten, wurde regelmäßig auf Veranstaltungen des SFB1245 über den Fortschritt und die Ergebnisse der Forschung berichtet.

#### *(5) Kommunikative Validierung*

Um die Gültigkeit der vorgenommenen Vereinfachungen und Interpretationen im Zuge der Kategorienbildung zu überprüfen, können diese nochmal den konkreten Befragten vorgelegt werden. Dafür wurden die codierten Segmente eines Interviewpartners gemeinsam mit der entsprechenden Person durchgearbeitet und eruiert, inwiefern die Codiereinheiten den Sinn der tatsächlichen Aussagen treffen. Wo nötig, wurden dann gemeinsam alternative Formulierungen für die Kategorien gesucht.

#### *(6) Triangulation*

Um die Qualität der Forschungsergebnisse zu erhöhen, können mehrere Analysevorgänge miteinander verbunden werden. Im vorliegenden Fall wird dies insbesondere durch die konfirmatorische Fragebogenerhebung realisiert. Hierbei wird überprüft, ob und inwiefern die gefundenen Kategorien (Tätigkeiten) auch bei den anderen Physiker:innen des SFB 1245 vorkommen.

### **Intercoder-Übereinstimmung**

Neben den bereits genannten Gütekriterien wird meist noch zusätzlich auf Intercoder-Übereinstimmung getestet, um die Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit des Kategoriensystems als zentrales Element der qualitativen Inhaltsanalyse zu überprüfen. Sie ist also ein weiteres wichtiges Maß, um die Ergebnisse jener Forschungsmethode einschätzen zu können (Kuckartz & Rädiker, 2022).

Im Zuge der Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung wurde untersucht, inwiefern zwei Forschende bei der Anwendung des Kategoriensystems zu denselben Ergebnissen kommen.

---

Hierfür wurde ein Teil des Materials durch einen wissenschaftlichen Mitarbeitenden der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der TU Darmstadt (C2) mittels „gleichzeitigem unabhängigen Codieren“ (Rädiker & Kuckartz, 2019, S. 289) erneut codiert. Rädiker und Kuckartz (2019) empfehlen bei der Auswahl des Materials unter anderem auf die Anzahl der vorkommenden Kategorien, die Unterschiedlichkeit der Fälle und die zeitlichen Ressourcen zu achten. Von den zwölf Interviews wurden dementsprechend fünf für die Gegencodierung so ausgewählt, dass diese 42 der 44 Kategorien und alle Statusgruppen des SFB 1245 enthielten. Außerdem waren beide Geschlechter in der Auswahl berücksichtigt. Anschließend wurden die Codierungen mit jenen des Verfassers der Arbeit (C1) verglichen. Um den Grad der Inter-coder-Übereinstimmung zu quantifizieren, gibt es verschiedene Koeffizienten, die sich größtenteils nur durch die Berechnung der Zufallsübereinstimmung unterscheiden. MAXQDA berechnet standardmäßig den Wert  $\kappa_n$  (Brennan & Prediger, 1981) als Maß für die zufallsbereinigte Inter-coder-Übereinstimmung auf Segmentebene. Generell nimmt die Wahrscheinlichkeit für eine Zufallsübereinstimmung bei zunehmender Kategorienganzahl und Länge des Textes ab. Da im vorliegenden Fall eine große Zahl an Kategorien auf seitenlange Texte trifft, entspricht  $\kappa_n$  dem einfachen Grad der prozentuellen Übereinstimmung (Rädiker & Kuckartz, 2019) und kann daher bedenkenlos auch im vorliegenden Fall verwendet werden.

Bei der segmentgenauen Überprüfung in MAXQDA lässt sich die minimale prozentuale Codeüberlappung festlegen, ab der zwei Codierungen als übereinstimmend angesehen werden. Da es sich bei den codierten Segmenten teils um sehr kurze Sätze oder Satzteile handelt, wurde eine Codeüberlappung von 60 Prozent eingestellt. Somit konnte verhindert werden, dass eine Übereinstimmung aufgrund von ungleich codierten Satzzeichen oder Füllworten verworfen wird.

Kappa nach Brennan und Prediger (1981) berechnet sich dann wie folgt:

$$\kappa_n = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c}$$

mit  $P_o = \frac{\text{Anzahl der übereinstimmenden Codierungen}}{\text{Anzahl aller Codierungen}}$

und  $P_c = \frac{1}{\text{Anzahl der übereinst. vorkommenden Kategorien}}$

Mit den fünf ausgewählten Interviews konnten etwa 42% der Interviews gegencodiert werden. Der Wert der Inter-coder-Übereinstimmung reicht hier mit einer Ausnahme von  $\kappa_n = 0.80$  bis

$\kappa_n = 0.90$  was nach Landis und Koch (1977) einer „moderaten“ bis „fast perfekten“ Übereinstimmung entspricht (s. Tabelle 6).

Tabelle 6. Maße der Inter-coder-Übereinstimmung in der Vorstudie.

Pseudonym der interviewten Person	Anzahl Codeübereinstimmung/ Anzahl aller Codierungen	Anzahl der übereinst. vorkommenden Kategorien	$\kappa_n$ nach Brennan und Prediger (1981)
Ingo	32/59	22	0.52
Freddy	46/51	19	0.90
Bella	70/87	23	0.80
Dennis	112/133	29	0.84
Bernd	36/40	19	0.89
<b>gesamt</b>	<b>226/283</b>	<b>42</b>	<b>0.79</b>

Insgesamt ergibt sich eine Inter-coder-Übereinstimmung von  $\kappa_n = 0.79$ , was nach Landis und Koch (1977) einer substantiellen Übereinstimmung entspricht. Es kann also von einer zuverlässigen Anwendbarkeit des Kategoriensystems in Verbindung mit dem Codierleitfaden ausgegangen werden. Bei den Abweichungen handelt es sich größtenteils um uneinheitliche Codierungen von unwesentlichen Satzteilen. An den Stellen, an denen unterschiedliche Kategorien für gleich codierte Segmente von den Codierern C1 und C2 gefunden wurden, fand eine Diskussion über die Interpretation der Textstellen statt. Grundsätzlich bestand jedoch das Einvernehmen, dass die entsprechenden Kategorien in den Interviews zu finden sind. Zusätzlich wurde im Einvernehmen beider Codierer eine weitere Kategorie „sich weiterbilden/zu lernen“ ergänzt, da diese Tätigkeit nicht hinreichend durch das Kategoriensystem abgedeckt wurde.

### 5.2.3 Ergebnisse: Tätigkeitsspektrum von Physiker:innen im SFB 1245

Das finale Kategoriensystem umfasst sieben Hauptkategorien, die den RIASEC+N Dimensionen entsprechen sowie 45 Subkategorien, die die Tätigkeiten von Physiker:innen im SFB 1245 widerspiegeln. Da im Folgenden die Inhalte der Subkategorien relevant sind, wird für die folgenden Abschnitte nur noch von Tätigkeiten gesprochen. Die Tätigkeiten sind in Tabelle 7 in ihrer vorläufigen Zuteilung<sup>46</sup> zu den RIASEC+N Dimensionen dargestellt. Außerdem sind in

<sup>46</sup> Die endgültige Zuteilung der Tätigkeiten findet sich in Kapitel 5.3., da diese erst für die Auswertung der quantitativen Daten relevant ist.

gegebenen Fällen die Studien referenziert, in denen die Tätigkeiten bereits vorgekommen sind. Dabei ist anzumerken, dass nicht zu allen Studien in Tabelle 2 (s. Abschnitt 3.2.2.1) die vollständigen Fragebögen und Auflistungen von Tätigkeiten vorliegen. Da außerdem dieser Satz an Tätigkeiten von Dierks, Höffler und Parchmann (2016; 2014) und Wentorf et al. (2015) in den verschiedenen Studien immer wieder, teilweise mit mehr oder weniger Anpassungen, verwendet wurde, ist der Ursprung von einigen Tätigkeitsbezeichnungen nicht mehr eindeutig nachzuvollziehen.

Tabelle 7: Finales Kategoriensystem zu Tätigkeiten von Physiker:innen im Sonderforschungsbereich 1245 mit vorläufiger Zuteilung von Tätigkeiten (Subkategorien) zu RIASEC+N Dimensionen (Hauptkategorien) sowie ggf. Literaturverweise (unter der Tabelle) zum Vorkommen in vorherigen Studien.

Kategorien	Referenz
<b><i>Realistic</i></b>	
Arbeitsschutzmaßnahmen durchzusetzen/sich darin weiterzubilden	( $\Omega$ ), ( $\Psi$ )
das Labor aufzuräumen	( $\Phi$ )
Experimente durchzuführen	( $\Omega$ ), ( $\Psi$ ), ( $\Phi$ )
ein Experiment aufzubauen	( $\Phi$ )
Experimente an anderen (internationalen) Standorten zu unterstützen	
technische Geräte zu bedienen	
<b><i>Investigative</i></b>	
bestehende Computersoftware für eigene Experimente anwenden/erweitern	
neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren	
physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen	( $\Psi$ ), ( $\Phi$ )
ein Experiment zu planen	
Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten	( $\Omega$ ), ( $\Psi$ ), ( $\Phi$ )
Daten mit Kolleg:innen zu interpretieren/diskutieren	( $\Phi$ )
wissenschaftliche Literatur zu schreiben	( $\Psi$ )
Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker:innen schreiben	
wissenschaftliche Literatur zu lesen	( $\Omega$ ), ( $\Psi$ ), ( $\Phi$ )
Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen	( $\Phi$ )
Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/ zu berechnen	( $\Psi$ )
sich weiterzubilden /zu lernen	
<b><i>Artistic</i></b>	
Graphen /Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen	( $\Omega$ ), ( $\Phi$ )
sich neue Forschungsprojekte auszudenken	( $\Psi$ ), ( $\Phi$ )
3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen	
Poster oder Vorträge zu gestalten	( $\Phi$ )
<b><i>Social</i></b>	
Vorlesung/Seminare vor- und nachzubereiten	( $\Psi$ )
Vorlesung/Seminare zu halten	( $\Omega$ ), ( $\Psi$ ), ( $\Phi$ )
Prüfungen durchzuführen	( $\Phi$ )

Studierende beim Experimentieren zu betreuen	(Ω)
Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen	(Ψ), Φ
Doktorand:innen bei deren Forschung zu betreuen	(Ψ)
Übungsaufgaben zu erstellen/mit Studierenden zu besprechen	(Φ)
<b>Enterprising</b>	
Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagefilm/Presse)	(Ω)
Anträge für Forschungsgelder zu stellen	(Φ)
sich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.)	
Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker:innen schreiben	
Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen	
<b>Conventional</b>	
genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen	Φ
Materialien/Bauteile zu bestellen	
Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben	
Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen	
Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen	
Organisatorisches in einer Projekt-/ Arbeitsgruppe zu besprechen	(Ψ)
Veranstaltungen zu organisieren	
<b>Networking</b>	
an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen	(Ψ)
eine Präsentation vor anderen Physiker:innen zu halten	(Ω), (Ψ)
sich mit (inter-) nationalen Kolleg:innen über die Forschung auszutauschen	(Ψ), (Φ)
sich mit Kolleg:innen an der Universität über die Forschung auszutauschen	(Ω), (Φ)

(Ψ): (in abgewandelter Form) in Leiß (2019, teilweise referenziert auf Wentorf et al., 2015)

(Φ): (in abgewandelter Form) in Stamer (2019). Die Autoren der Teilstudie geben ohne nähere Hinweise an, dass einige Items ebenfalls im Fragebogen von Wentorf et al. (2015) zu finden sind (Stamer et al., 2020).

(Ω): (in abgewandelter Form) in T. N. Höffler (Persönliche Mitteilung, 27. Juli 2021) (Fragebogen zu Höffler et al. (2019))<sup>47</sup>

## 5.2.4 Diskussion der qualitativen Ergebnisse

Zunächst ist festzuhalten, dass, wenn auch vorerst nur durch eine vorläufige Zuteilung, bei Physiker:innen im SFB 1245 Tätigkeiten aus allen sieben RIASEC+N Dimensionen zu finden sind. Dabei sind, wie aufgrund der inhaltlichen Definition der *Investigative* Dimension zu erwarten war, besonders viele Tätigkeiten in jener zu finden. Damit behält die ursprüngliche Zuteilung von Holland (1997), der Naturwissenschaftler:innen ausschließlich in der *Investigative* Dimension verortet, in gewisser Weise ihre Aktualität (vgl. auch Stamer et al.,

<sup>47</sup> Die Items aus dem vorliegenden Fragebogen von Höffler et al. (2019) sind nach diesem identisch zu Dierks et al. (2016). Der ursprüngliche Fragebogen von Dierks et al. (2016) lag nicht vor.

---

2019). Gleichwohl legt die Vielzahl an weiteren Tätigkeiten erneut eine stärkere Diversität des Tätigkeitsspektrums von Naturwissenschaftler:innen im Allgemeinen und Physiker:innen im Speziellen nahe. So äußert sich ein Professor der theoretischen Physik, dass sein typischer (selbst wahrgenommener) Arbeitsalltag daraus bestehe „... sicher nicht mehr als 30 Prozent eigentlich über Physik nachzudenken oder Physik zu machen [sic]“ (Ingo – Sgt. 3). Er beschreibt, dass er sich darüber hinaus etwa je zu einem Drittel mit Lehre und Organisatorischem/Administrativem beschäftigt (Ingo – Sgt. 3). Dieser Umstand bestätigt sich auch durch die zahlreichen Tätigkeiten, die aus den Interviews der *Conventional Dimension* zuzuordnen sind. Vor diesem Hintergrund ist es verwunderlich, dass diese in den Interviews gefundenen Tätigkeiten in den bisherigen Messinstrumenten wenig bis gar nicht vorkommen<sup>48</sup>. Mögliche Erklärungen hierfür sind einerseits, dass diese Tätigkeiten vornehmlich von Professor:innen und Post-Doktorand:innen ausgeführt werden und daher bei Befragungen von Doktorand:innen seltener auftauchen und andererseits die relative Unbeliebtheit entsprechender Tätigkeiten. So äußert Bernd (Post-Doktorand der Experimentalphysik), dass „... ein leider viel zu großer Teil ... die Erarbeitung von ... Anträgen ... und Berichten [ist].“ (Bernd – Sgt. 3). Freddy (Professor der Experimentalphysik) stempelt es als „Verwaltungskram“ ab und erwähnt es nur in einer Randnotiz (Freddy – Sgt. 5). Da sie vermeintlich als notwendiges Übel gelten, könnten Tätigkeiten der *Conventional Dimension* seltener bei der Beschreibung des Arbeitsalltages genannt werden. Insgesamt legen die Äußerungen hier eine Differenz in den Tätigkeitsspektren von Professor:innen, Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen nahe.

Bezieht man zusätzlich die Unterscheidung des Fachgebietes mit ein, so zeigen sich auch für die theoretische und experimentelle Physik teils deutlich verschiedene Tätigkeiten. Entscheidende Unterschiede sind hier in der *Realistic* und *Investigative Dimension* zu finden. Bezüglich der *Investigative Dimension* berichten Adam und Dennis (Doktoranden der theoretischen Physik) beispielsweise von intensiven Programmier- oder Simulationstätigkeiten. Adam erinnert sich an Arbeitsphasen, in denen er 80 Prozent des Tages programmiert habe (Adam – Sgt. 9). Dennis bezeichnet seine Aufgaben diesbezüglich als „Software-Engineering“. Er gibt dabei an, ein Großteil seiner Arbeit sei die „... Erstellung eines neuen Codes, was [sic] Kapazitäten hat, die bis jetzt kein anderer Code auf der Welt kann“ (Dennis – Sgt. 5).

---

<sup>48</sup> Bei Leiß (2019) wird die *Conventional Dimension* zunächst gar nicht in die Tätigkeitsbeschreibung von Naturwissenschaftler:innen aufgenommen (s. Kapitel 3.2.2.1).

---

Forschende in der Experimentalphysik hingegen beschäftigen sich innerhalb der *Investigative* Dimension eher mit der zweckmäßigen Anwendung von Software – zum Beispiel für die Datenauswertung. So berichtet Christian (Doktorand der Experimentalphysik), dass sie die Software für ihre Datenaufnahme immer weiterentwickeln und auf ihre aktuellen Bedürfnisse anpassen (Christian – Sgt. 12). Bella (Doktorandin der Experimentalphysik) berichtet dahingehend über ihre Aufgaben bezüglich eines Experiments, dass es vorkomme „...“, dass man etwas automatisieren möchte. Das heißt dann ... ganz viel Programmieraufgaben.“ (Bella – Sgt. 3). Die Interviews lassen daher vermuten, dass sich die Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* Dimension heterogen auf die Theorie- und Experimentalseite verteilen. Während in diesem Zusammenhang auch in den Studien von Leiß (2019) und Stamer (2019) Simulationstätigkeiten auftauchen, wird das Programmieren von Computersoftware, das von vielen theoretischen Physiker:innen als relevante Tätigkeit erwähnt wurde, dort noch nicht aufgeführt. Abgesehen davon fehlen, wie zu erwarten war, in der theoretischen Physik jegliche Aussagen über Tätigkeiten im Zusammenhang mit Experimenten. Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension scheinen demnach für Forschende aus der theoretischen Kern- und Astrophysik keine Rolle zu spielen<sup>49</sup>. (Kriegel & Spatz, 2022)

Betrachtet man insgesamt die Tätigkeiten, die im Zuge der Interviews genannt wurden, so fällt auf, dass mit 16 Tätigkeiten etwa ein Drittel in den bisherigen Studien zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen nicht aufgetaucht sind. Das Tätigkeitsspektrum von Forschenden im SFB 1245 scheint daher, wie angenommen, tatsächlich nur unzureichend mit den bisherigen Messinstrumenten abbildbar zu sein.

Abgesehen von den Äußerungen zum eigenen Arbeitsalltag, gab es auch beim Thema Wichtigkeit der Zusammenarbeit von Theorie- und Experimentalphysik teils große Divergenzen. Emil (Doktorand der experimentellen Physik) äußert hierzu, dass „... die Theorie schon eine gewisse Rolle ... bei [s]einer Arbeit spielt. [Er] aber dafür gar nicht so viel Kontakt zur Theorie habe“ (Emil – Sgt. 39). Gustavo (Professor für theoretische Physik) merkt hierzu an, dass man das in der Theorie nicht pauschal sagen könne. Er selbst und seine Arbeitsgruppe habe aber keinen direkten Kontakt zur Experimentalphysik (Gustavo – Sgt. 27). Konträr hierzu schildert es Anna (Doktorandin der theoretischen Physik). Sie beschreibt den Vergleich von

---

<sup>49</sup> Weiteres hierzu in Kapitel 5.4.

---

theoretischen Vorhersagen und experimentellen Messergebnissen als „... the core of everything, you know, the art of what we do ...“ (Anna – Sgt. 50). Somit scheinen sich die Ergebnisse von A. Heine (2018; A. Heine & Pospiech, 2015) zu bestätigen, die zum Wechselspiel von Theorie- und Experimentalseite ebenfalls über sehr heterogene Ansichten unter Dozierenden der Physik berichten.

Zur Frage, ob sich die Tätigkeiten innerhalb des SFB 1245 von den sonst üblichen Tätigkeiten unterscheiden, gab es mehrheitlich kohärente Aussagen. Hierzu sind die Ausführungen von Professor:innen und Post-Docs als besonders wertvoll einzuschätzen, da diese bereits vor der Förderperiode des SFB 1245 in der universitären Forschung tätig waren. Freddy berichtet beispielsweise davon, dass es zwar Tätigkeiten gäbe, die er speziell für den SFB 1245 ausführe, dies aber „... keine Arbeit [sei], die einen völlig anderen Gesichtspunkt hat als das was [er] ohnehin mach[t].“ (Freddy – Sgt. 23). Bernd erinnert sich im Interview an die Phase vor dem SFB 1245 und sagt, er glaube nicht, dass es Dinge gäbe, die er sonst überhaupt nicht mache (Bernd – Sgt. 35). Insgesamt scheint die Organisationsstruktur des SFB 1245 zwar manche Zusatzaufgaben mit sich zu bringen, die jedoch mit wenig beziehungsweise ohne Erweiterung des Tätigkeitsspektrums von Physiker:innen einhergehen. Der Frage, ob sich die eigenen Tätigkeiten, von denen der anderen Statusgruppen unterscheiden, wurde mehrheitlich zugestimmt. Konkrete Unterschiede wurden hier nicht genannt.

---

### 5.3 Konfirmatorische Fragebogenstudie<sup>50</sup>

Um nach der Identifikation des Tätigkeitsspektrums auch Aussagen über die Häufigkeiten der Ausführung im SFB 1245 machen zu können, wird in diesem Kapitel zunächst das Vorgehen bei der Erstellung des Fragebogens erörtert. Anschließend wird der Ablauf der konfirmatorischen Fragebogenstudie erläutert, bevor eine finale Zuteilung der Tätigkeiten zu den RIASEC+N Dimensionen erfolgt.<sup>51</sup> Die Ergebnisse der Fragebogenstudie werden in Form von Tätigkeitsprofilen für Doktorand:innen und Post-Docs sowie Professor:innen der experimentellen und theoretischen Physik dargestellt und diskutiert.

#### 5.3.1 Instrumententwicklung

Bei der Zusammenstellung des Fragebogens wurde sich an den ersten beiden Konstruktionsphasen (Generierung eines Itempools und qualitative Verständlichkeitsanalyse) nach H. Brandt und Moosbrugger (2020) orientiert. Da im vorliegenden Fall lediglich individuelle Berufsmerkmale und Tätigkeiten als Einzelindikatoren und dadurch manifeste Konstrukte abgefragt werden, wodurch die Notwendigkeit der Skalenbildung entfällt (vgl. hierzu Döring & Bortz, 2016) und die Stichprobe nicht unnötig beschnitten werden sollte, wurde auf die weiteren Erprobungsphasen verzichtet.

#### Generierung des Itempools

Der Fragebogen (s. Anhang A4) wurde digital mit Hilfe von *SoSciSurvey* (Leiner, 2019a) erstellt und liegt in deutscher und englischer Sprache vor. Er enthält zu Beginn einen kurzen Einführungstext, der den Hintergrund der Studie erläutert. Bei der Zusammenstellung des Itempools wurden zunächst zwei berufsbezogene Merkmale als unabhängige Variablen verwendet. Da die Ergebnisse der explorativen Interviewstudie (s. Kapitel 5.2) und der Studie von Stamer et al. (2019) Unterschiede in den Tätigkeitsprofilen zwischen Statusgruppen nahelegen, wurde die berufliche Position mit den Unterscheidungen Professor:in, Post-Doktorand:in und Doktorand:in sowie Sonstige (letztere in Form eines Freitextfeldes) erfasst. Aufgrund der unterschiedlichen Antworten in der explorativen Interviewstudie wurde

---

<sup>50</sup> Teile dieses Kapitels wurden bereits in Kriegel und Spatz (2024b) veröffentlicht.

<sup>51</sup> Die endgültige Zuteilung der Tätigkeiten zu den RIASEC+N Dimensionen wurde erst für die Auswertung der Fragebogenstudie benötigt und erfolgte daher erst an dieser Stelle.

---

außerdem nach dem übergeordneten Fachgebiet (Theoretische Physik, Experimentalphysik, Anderes) gefragt. Auf die Erfassung personenbezogener Merkmale wurde verzichtet, um die Anonymität der Befragung nicht zu gefährden. Der Abschnitt zu den Tätigkeiten enthält zunächst eine kurze Instruktion mit dem Hinweis, dass keine stellvertretenden Antworten – z. B. für Mitarbeitende einer Arbeitsgruppe – gemacht werden sollen. Anschließend sollen die Tätigkeitsitems bewertet werden. Da bei der Entstehung des Kategoriensystems bereits auf sprachliche Aspekte und Eindeutigkeit geachtet wurde, konnten die Tätigkeiten direkt in Items überführt werden. Daher folgt auf die einleitende Phrase „In meinem Arbeitsalltag beschäftige ich mich damit ...“ jeweils eine der Tätigkeiten aus Tabelle 7. Hierbei wurde im Gegensatz zu Leiß (2019) und Stamer (2019) auf das Wort „regelmäßig“ in der einleitenden Phrase verzichtet, da nach H. Brandt und Moosbrugger (2020) Häufigkeitsangaben in Items eindeutig sein müssen. Dementsprechend erfolgt die Bewertung der Items auf einer fünfstufigen unipolaren Ratingskala (Döring & Bortz, 2016) mit Abstufung in der Häufigkeit der Durchführung (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“). Um möglichst präzise Tätigkeitsprofile zu erhalten, wurden zusätzlich die Präzisierungen (täglich, wöchentlich, <monatlich, >monatlich) hinzugefügt. So sollen Urteilsfehler, also Antworten mit unwillentlichen persönlichen Überbewertungen von Items vermieden werden (z. B. Verwaltungstätigkeiten finden zwar nur jeden dritten Tag statt, können aber unbeliebt sein und deshalb als überproportional häufig und „zeitraubend“ bewertet werden) (ebd. 2016). Zusätzlich gab es die Möglichkeit, zu einer Tätigkeit „keine Angabe“ zu machen. Anschließend können in einem Freitextfeld fehlende Tätigkeiten ergänzt werden.

### **Qualitative Verständlichkeitsanalyse**

In diesem Schritt sollen zunächst inhaltliche und praktische Hindernisse bei der Anwendung des Fragebogens ausgeräumt werden (H. Brandt & Moosbrugger, 2020). Hierfür wurde der Fragebogen zunächst mit fünf Personen auf sprachliche Ungenauigkeiten und technische Fehler der digitalen Implementation überprüft. Die Testpersonen sollten den digitalen Fragebogen eigenständig ausfüllen und konnten hier auf jeder Seite Anmerkungen zu den Items in einem Freitextfeld verfassen. Im Zuge dessen wurden nur geringfügige Anpassungen wie Rechtschreibkorrekturen oder Änderungen der digitalen Darstellungsform vorgenommen. Im Anschluss wurde das Instrument mit zwei weiteren Probanden mittels „Think-Aloud-Durchführung“ tiefergehend auf Verständnisschwierigkeiten überprüft (ebd. 2020). Ein Proband stammte aus der Zielstichprobe und ein weiterer war Doktorand eines anderen MINT-Faches. Die Probanden waren jeweils aufgefordert, den Fragebogen vollständig zu bearbeiten

---

und dabei alle Gedanken zu verbalisieren. Der Verfasser der Arbeit notierte dabei alle Stellen, an denen die Probanden die Items anders als intendiert verstanden. In einem anschließenden Gespräch wurden die Unklarheiten erörtert und mögliche Umformulierungen gemeinsam erarbeitet. Daraus resultierte die Präzisierung von zwei Items, die inhaltlich unklar formuliert waren. Aus „... ein Experiment aufzubauen“ wurde „... ein Experiment aufzubauen/umzubauen“. Das Item „... Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur zu schreiben“ wurde aufgeteilt, da darunter nicht, wie intendiert, auch die Bewertung/Begutachtung von studentischen Abschlussarbeiten verstanden wurde. Daher wurde das Item „... Abschlussarbeiten von Studierenden oder Doktorand:innen zu bewerten/ zu begutachten“ zur Liste an Tätigkeiten hinzugefügt. Der finale Itempool zu den Tätigkeiten von Physiker:innen besteht somit aus 46 Einzelitems.

### **5.3.2 Zuteilung der Tätigkeiten von Physiker:innen in RIASEC+N Dimensionen**

Da im Codierprozess zunächst eine vorläufige Zuteilung der Subkategorien zu den Hauptkategorien vorgenommen wurde, musste diese im Nachgang zur Kategorienbildung durch Expertenzuteilung überprüft werden. Wie in Abschnitt 3.2.2 bereits erörtert wurde, sollte die Zuteilung dabei einer inhaltlichen und theoriegeleiteten Begründung folgen. Dafür wurden die Tätigkeiten zunächst von sechs wissenschaftlichen Mitarbeitenden der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik der TU Darmstadt individuell auf Basis der ausführlichen Beschreibung in Kapitel 3.2.2.1 den RIASEC+N Dimensionen zugeteilt. Anschließend wurden in einem diskursiven Prozess alle Zuteilungen gemeinsam erörtert. Bei Unstimmigkeiten wurde gemeinsam diskutiert, wie die unterschiedlichen Aspekte der Dimensionen und Tätigkeiten auszulegen sind, um einen Konsens zu erreichen. Die endgültige Zuteilung der Tätigkeiten zu den Dimensionen ist folgender Auflistung zu entnehmen:

#### ***Realistic***

- Experimente durchzuführen
- ein Experiment aufzubauen/umzubauen
- das Labor aufzuräumen
- technische Geräte zu bedienen

#### ***Investigative***

- wissenschaftliche Literatur zu lesen
- bestehende Computersoftware für eigene Experimente anzuwenden/zu erweitern
- ein Experiment zu planen
- Daten mit Kolleg:innen zu interpretieren/diskutieren

- 
- Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker:innen zu schreiben
  - Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/zu berechnen
  - wissenschaftliche Literatur zu schreiben
  - Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten
  - sich weiterzubilden/zu lernen
  - neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren
  - Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen
  - physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen
  - Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker:innen zu schreiben

### *Artistic*

- Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen
- sich neue Forschungsprojekte auszudenken
- 3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen
- Poster oder Vorträge zu gestalten

### *Social*

- Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen
- Vorlesungen/Seminare vor- und nachzubereiten
- Studierende beim Experimentieren zu betreuen
- Übungsaufgaben zu erstellen/ mit Studierenden zu besprechen
- Vorlesungen/Seminare zu halten
- Doktorand:innen bei deren Forschung zu betreuen
- Prüfungen durchzuführen
- Abschlussarbeiten von Studierenden oder Doktorand:innen zu bewerten/zu begutachten

### *Enterprising*

- sich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.)
- Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagefilm/Presse)
- Anträge für Forschungsgelder zu stellen
- Organisatorisches in einer Projekt-/Arbeitsgruppe zu besprechen
- Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben
- Veranstaltungen zu organisieren

### *Conventional*

- Arbeitsschutzmaßnahmen durchzusetzen/sich darin weiterzubilden
- genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen
- Materialien/Bauteile zu bestellen
- Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen
- Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen
- Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen

---

## Networking

- an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen
- eine Präsentation vor anderen Physiker:innen zu halten
- sich mit (inter-)nationalen Kolleg:innen über die Forschung auszutauschen
- sich mit Kolleg:innen an der Universität über die Forschung auszutauschen

### 5.3.3 Methode und Stichprobe

Die Erhebung fand im April und Mai 2022 statt. Zur freiwilligen Teilnahme an der Befragung wurden alle Mitglieder des SFB 1245 in deutscher und englischer Sprache über einen E-Mail-Verteiler aufgefordert. Ausgenommen waren dabei die administrativ-technischen Mitarbeitenden, da diese nicht als Physiker:innen arbeiten sowie Bachelor- und Masterstudierende, da diese über weniger Erfahrung zum Forschungsalltag verfügen und nicht an der Universität angestellt sind. Die Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit „R“ (R Core Team, 2022) in *R-Studio* (Posit team, 2023). Insgesamt liegen 66 Datensätze von Forschenden der Kern- und Astrophysik vor, von denen 52 vollständige Datensätze und somit etwa 50 Prozent der Grundgesamtheit für die folgenden Analysen genutzt werden konnten. Tabelle 8 zeigt, dass die Stichprobe gleichmäßig auf die unterschiedlichen Statusgruppen und Fachgebiete verteilt ist. Da nur ein „Research Scientist“ an der Befragung teilgenommen hat und das Anstellungsverhältnis jenem der Post-Doktorand:innen der Experimentalphysik ähnelt, wurde der Datensatz für die Analysen jener Gruppe hinzugefügt.

Tabelle 8: Teilnehmende der Fragebogenstudie (Q) aufgeteilt nach Statusgruppen in Relation zu allen Mitgliedern des SFB1245 (**total**) jeweils für die theoretische und experimentelle Physik (zum Zeitpunkt der Erhebung im Frühjahr 2022) (Technische Universität Darmstadt, 2024).

Statusgruppe	Theorie		Experiment		Summe
	Q	total	Q	total	Q
Professor:in	6	13	5	8	11
Research Scientists	0	4	1	9	1
Post-Doktorand:in	8	11	4	11	12
Doktorand:in	17	21	11	24	28
<b>Summe</b>	<b>31</b>		<b>21</b>		<b>52</b>

Um zu überprüfen, ob sich die Gruppen hinsichtlich ihrer Tätigkeiten und deren Häufigkeit der Ausführung unterscheiden, werden Signifikanztests eingesetzt. Da es sich bei dem relativ

---

kleinen Datensatz um größtenteils nicht normalverteilte Daten handelt und lediglich von ordinalskalierten Daten ausgegangen werden kann, empfehlen Bortz und Schuster (2016) hierzu den Mann-Whitney-U-Test als nicht parametrische Alternative zum t-Test. Dieser wird in R-Studio berechnet, wobei signifikante Unterschiede ab einer Signifikanzschwelle von  $p < 0.05$  angenommen werden.<sup>52</sup>

## 5.4 Tätigkeitsprofile von Physiker:innen im SFB 1245

Insgesamt wurden lediglich von drei Physiker:innen jeweils eine Tätigkeit im dafür vorgesehenen Freitextfeld ergänzt. So wurde die Dokumentation des eigenen Arbeitsfortschrittes in Form elektronischer Notizen, die Koordination von Reviewprozessen für wissenschaftliche Journals sowie das Starten von Berechnungen am Computer von den Teilnehmenden dokumentiert. Da diese Tätigkeiten nur von jeweils einer Person genannt wurden, wird für die folgende Analyse weiterhin die Zusammenstellung der 46 Tätigkeiten verwendet.

### 5.4.1 Unterschiede in den Tätigkeiten der Experimental- und theoretischen Physik

In Abb. 7 ist die Verteilung der Antworten von theoretischen und experimentellen Physiker:innen über die RIASEC+N Dimensionen dargestellt. Es zeigt sich, dass zumindest Forschende der Experimentalphysik Tätigkeiten aus allen sieben Dimensionen ausführen. Dabei bewerten sie Tätigkeiten der *Realistic* Dimension mit  $M = 2.11$ ;  $SD = 0.86$  am höchsten und Tätigkeiten der *Enterprising* Dimension mit  $M = 1.19$ ;  $SD = 0.62$  am niedrigsten. Im Gegensatz dazu bewerten die theoretischen Physiker:innen die *Realistic* Dimension mit  $M = 0.19$ ;  $SD = 0.44$  am geringsten und die *Investigative* Dimension mit  $M = 2.28$ ;  $SD = 0.45$  am höchsten. Die niedrige Bewertung der *Conventional* Dimension im Vergleich zu den Experimentator:innen scheint zunächst überraschend, wird jedoch nachvollziehbar, wenn man

---

<sup>52</sup> Die verwendeten Pakete für die Auswertung, das Vorgehen zur Vermeidung von Alphafehler-Kumulation sowie zur Berechnung der Effektstärke finden sich in Abschnitt 6.3.

bedenkt, dass hier einige Tätigkeiten im Bezug zu Experimenten enthalten sind (s. Abschnitt 5.4.3).

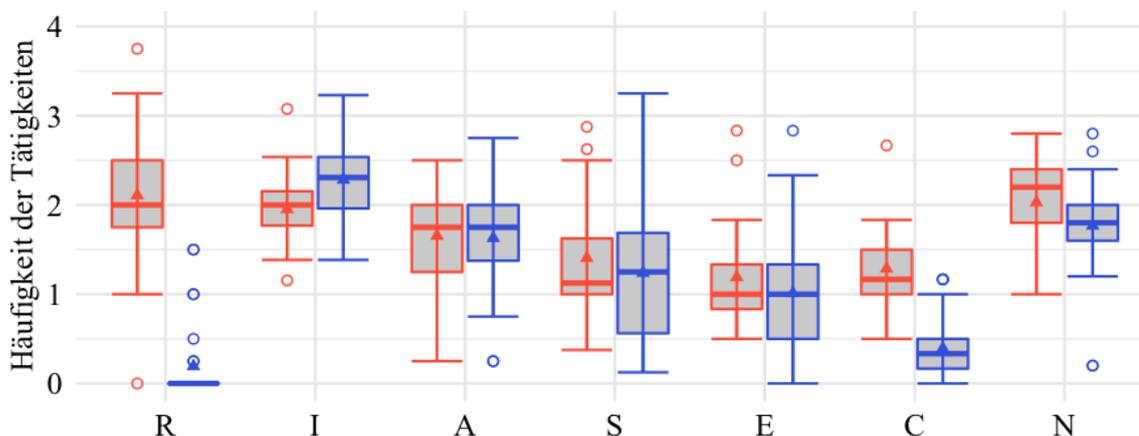


Abb. 7: Boxplot-Diagramme für experimentelle (links/rot) und theoretische (rechts/blau) Physiker:innen. Aufgetragen ist die selbstwahrgenommene Häufigkeit der Ausführung der Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

Abgesehen von den signifikanten Unterschieden in der *Realistic* und *Conventional* Dimension gibt es keine relevanten Unterschiede in den anderen Dimensionen. In der *Investigative* Dimension wird das Signifikanzniveau gerade so überschritten (s. Tabelle 9).

Tabelle 9: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests für unterschiedliche Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen für experimentelle und theoretische Physiker:innen im SFB 1245 (r: Effektstärke, Z-Statistik und korrigierte p-Werte).

Vergleichsgruppe	R	I	A	S	E	C	N
theoretische und experimentelle Physik im SFB1245	$r = 0.82$ $Z = 5.93$ $p \ll 0.001$	$r = 0.36$ $Z = -2.57$ $p = 0.051$	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.74$ $Z = 5.34$ $p \ll 0.001$	n.s.

Insgesamt fällt jedoch auf, dass die Streuung innerhalb der Dimensionen teils sehr stark ausgeprägt ist. In Kombination mit den Ergebnissen von Stamer et al. (2019) ist daher zu vermuten, dass dies durch die unterschiedlichen Tätigkeitsprofile von den Statusgruppen hervorgerufen wird.

### 5.4.2 Unterschiede in den Tätigkeiten von Statusgruppen

In Abb. 8 und Abb. 9 sind die Tätigkeitsprofile der unterschiedlichen Statusgruppen (Professor:innen, Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen) über die RIASEC+N Dimensionen aufgetragen. Sofern signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen, sind diese in Tabelle 10 angegeben. Bei den Forschenden der Experimentalphysik ist zu

erkennen, dass besonders Doktorand:innen und Professor:innen signifikant unterschiedliche Tätigkeitsprofile mit großer Effektstärke aufweisen. Überraschend hierbei ist insbesondere die Tatsache, dass sich Professor:innen deutlich seltener mit Tätigkeiten in der *Realistic* Dimension beschäftigen. Gleichzeitig erreichen sie signifikant höhere Werte in der *Social* und *Enterprising* Dimension. Zwischen Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen lassen sich bis auf die *Social* Dimension keine signifikanten Unterschiede finden.

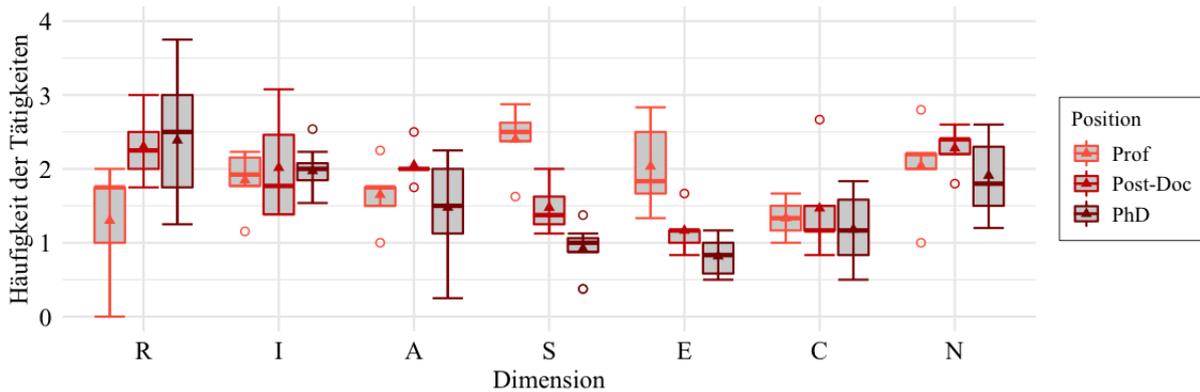


Abb. 8: Tätigkeitsprofile (in Form von Boxplots mit Mittelwerten) von experimentellen Physiker:innen im SFB1245 (links: Professor:innen, Mitte: Post-Doktorand:innen, rechts: Doktorand:innen) aufgetragen über die RIASEC+N-Dimensionen (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

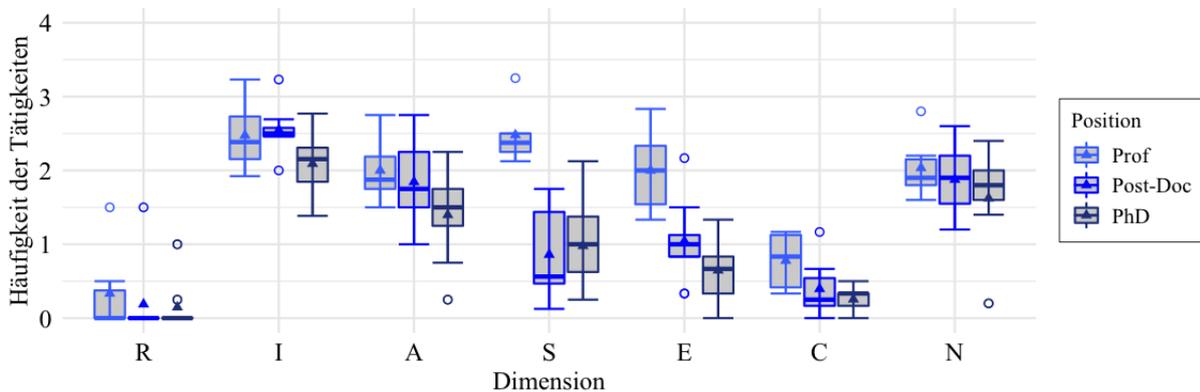


Abb. 9: Tätigkeitsprofile (in Form von Boxplots mit Mittelwerten) von theoretischen Physiker:innen im SFB1245 (links: Professor:innen, Mitte: Post-Doktorand:innen, rechts: Doktorand:innen) aufgetragen über die RIASEC+N-Dimensionen (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

Abb. 9 zeigt die Tätigkeitsprofile in der theoretischen Physik. Die Forschenden weisen hier insgesamt niedrigere Werte in der *Realistic* und *Conventional* Dimension im Vergleich zu den Experimentator:innen auf. Betrachtet man die Statusgruppen der Theorieseite, so zeigen sich auch hier deutlich höhere Werte für Professor:innen im Vergleich zu Doktorand:innen in der *Social* und *Enterprising* Dimension. Der Unterschied zu Post-Doktorand:innen ist nur in der *Social* Dimension mit großem Effekt signifikant. Zusätzlich führen Professor:innen Tätigkeiten

der *Conventional* Dimension signifikant häufiger aus als Doktorand:innen. Die Tätigkeitsprofile von Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen der theoretischen Physik unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Tabelle 10: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests für unterschiedliche Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen für Professor:innen, Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen der experimentellen und theoretischen Physik im SFB 1245 (r: Effektstärke, Z-Statistik und korrigierte p-Werte).

Vergleichsgruppe	R	I	A	S	E	C	N
<b>Theoretische Physik</b>							
Professor:in und Post-Doktorand:in	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.83$ $Z = 3.11$ $p = 0.002$	$r = 0.68$ $Z = 2.55$ $p = 0.064$	n.s.	n.s.
Professor:in und Doktorand:in	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.74$ $Z = 3.55$ $p = 0.003$	$r = 0.74$ $Z = 3.55$ $p = 0.003$	$r = 0.59$ $Z = 2.81$ $p = 0.025$	n.s.
Post-Doktorand:in und Doktorand:in	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>Experimentelle Physik</b>							
Professor:in und Post-Doktorand:in	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Professor:in und Doktorand:in	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.79$ $Z = 3.15$ $p = 0.012$	$r = 0.78$ $Z = 3.14$ $p = 0.012$	n.s.	n.s.
Post-Doktorand:in und Doktorand:in	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.69$ $Z = 2.75$ $p = 0.041$	n.s.	n.s.	n.s.

Die Effektstärke wird als Korrelationskoeffizient „r“ angegeben und nach Cohen (1992) in  $r < 0.30 \rightarrow$  *klein*;  $0.30 \leq r < 0.50 \rightarrow$  *mittel*;  $r \geq 0.50 \rightarrow$  *groß* eingeteilt.

### 5.4.3 Unterschiede innerhalb der RIASEC+N Dimensionen

Um die Tätigkeiten von Physiker:innen im SFB 1245 noch differenzierter beschreiben zu können, werden die RIASEC+N Dimensionen nochmals auf Einzelitemebene in Sterndiagrammen in Abb. 10 bis Abb. 14 aufgeschlüsselt. Da kaum signifikante Unterschiede in den Tätigkeitsprofilen von Doktorand:innen und Post-Doktorand:innen vorliegen, wird im Folgenden nur zwischen Doktorand:innen und Professor:innen unterschieden.

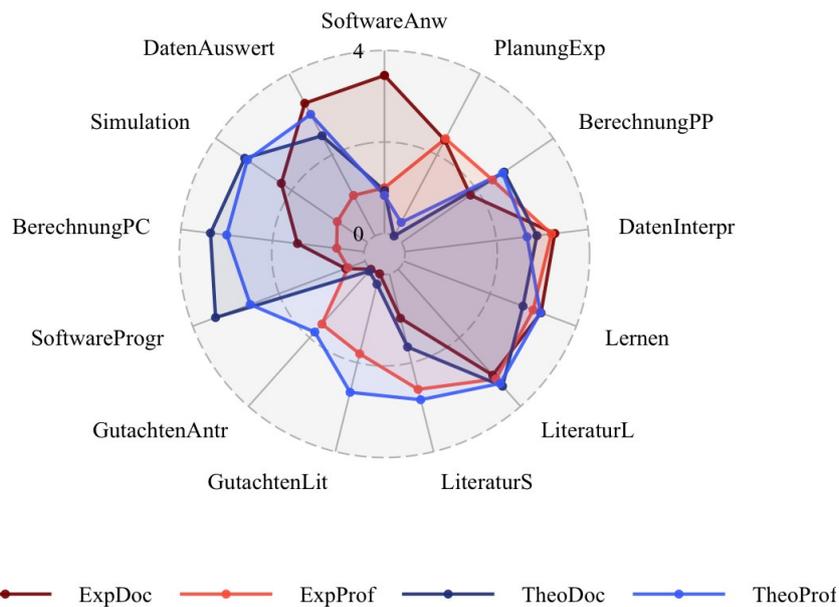


Abb. 10: Mittelwerte (Häufigkeit der Ausführung) für Doktorand:innen und Professor:innen der experimentellen und theoretischen Physik in der *Investigative* Dimension auf Einzelitemebene (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

In Abb. 10 ist erkennbar, dass sich die vier Teilgruppen innerhalb der *Investigative* Dimension zum Teil stark unterscheiden, obwohl (zumindest bei den Statusgruppen) keine signifikanten Unterschiede auf der Gesamtdimensionsebene zu finden sind. Während das Lesen von Literatur, die Interpretation von Daten und die eigene Weiterbildung von allen Gruppen ähnlich hoch bewertet werden, sind einige Tätigkeiten nur bei bestimmten Teilgruppen stark ausgeprägt. Auf der linken Seite der Abbildung finden sich programmierintensive Tätigkeiten, die vorzüglich von Forschenden in der theoretischen Physik ausgeführt werden, wie das Untersuchen von physikalischen Prozessen durch Computersimulationen, die Berechnung von Gleichungen am Computer und die allgemeine Softwareprogrammierung. Weiter oben sind experimentbezogene Tätigkeiten, wie das Anwenden von Software für Experimente und die Planung von Experimenten zu finden, wobei erstere hauptsächlich von Doktorand:innen ausgeführt wird. Im unteren Bereich des Diagramms finden sich Tätigkeiten, die relativ unabhängig vom Fachgebiet speziell von Professor:innen ausgeführt werden, wie das Schreiben von Gutachten zu Anträgen oder Literatur anderer Forschender oder das Verfassen eigener wissenschaftlicher Literatur.

Abb. 11 schlüsselt die Häufigkeiten der Tätigkeiten innerhalb der *Conventional* Dimension näher auf. Es ist zu erkennen, dass die drei Items mit einem Bezug zum Experiment, wie die genaue und wiederholende Einstellung von Aufbauten, das Schreiben von Anträgen für Experimente und das Durchsetzen von Arbeitsschutzmaßnahmen überwiegend von

experimentellen Physiker:innen durchgeführt werden. Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern werden hingegen hauptsächlich von Professor:innen der theoretischen Physik gestellt.

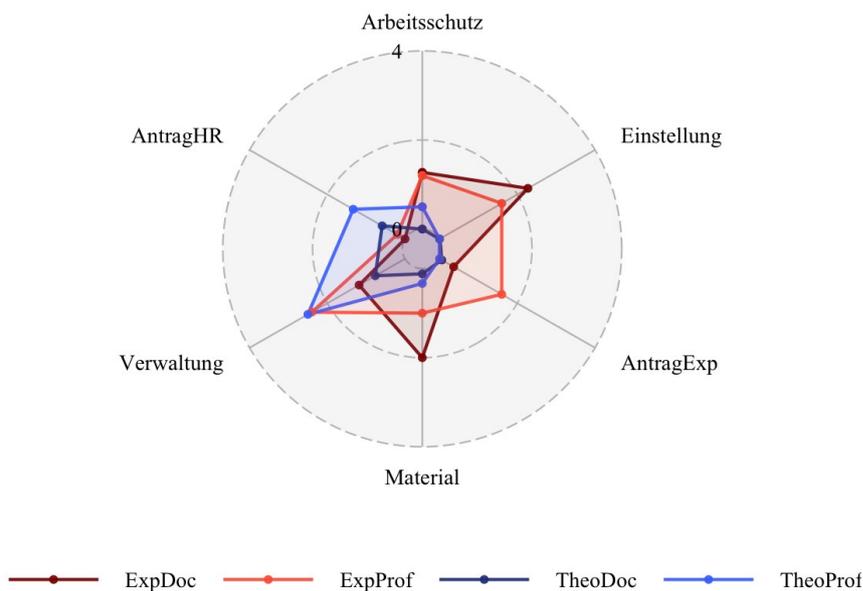


Abb. 11: Mittelwerte (Häufigkeit der Ausführung) für Doktorand:innen und Professor:innen der experimentellen und theoretischen Physik in der *Conventional* Dimension auf Einzelitemebene (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

Die Sterndiagramme für die übrigen Dimensionen finden sich in den Abb. 12, Abb. 13 und Abb. 14. Hier sind keine wesentlichen Unterschiede in der relativen Verteilung über die einzelnen Tätigkeiten zu finden. Die Unterschiede liegen hier meist nur in der absoluten Häufigkeit der Ausführung.

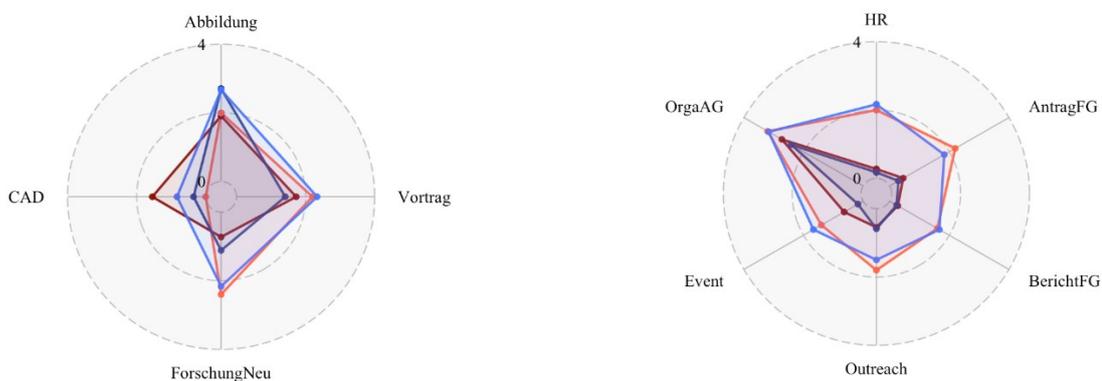


Abb. 12: Mittelwerte (Häufigkeit der Ausführung) für Doktorand:innen (dunkel) und Professor:innen (hell) der experimentellen (rot) und theoretischen Physik (blau) in der *Artistic* (links) und *Enterprising* (rechts) Dimension auf Einzelitemebene (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

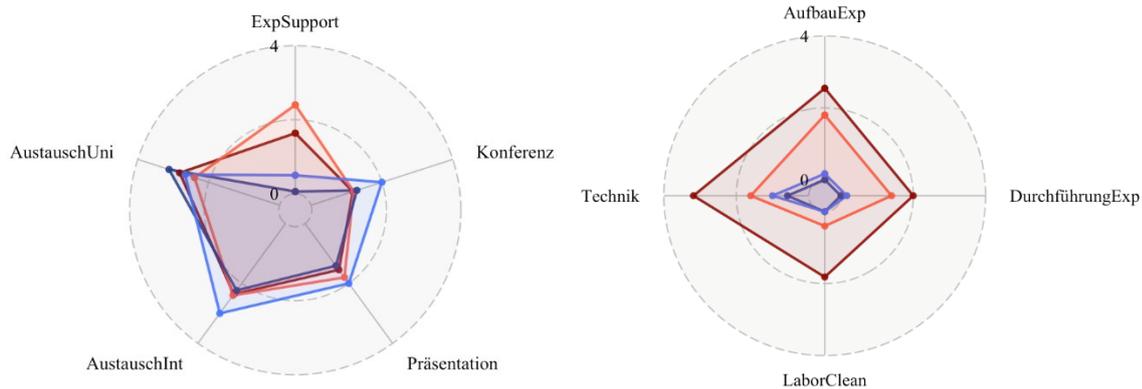


Abb. 13: Mittelwerte (Häufigkeit der Ausführung) für Doktorand:innen (dunkel) und Professor:innen (hell) der experimentellen (rot) und theoretischen Physik (blau) in der *Networking* (links) und *Realistic* (rechts) Dimension auf Einzelitemebene (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

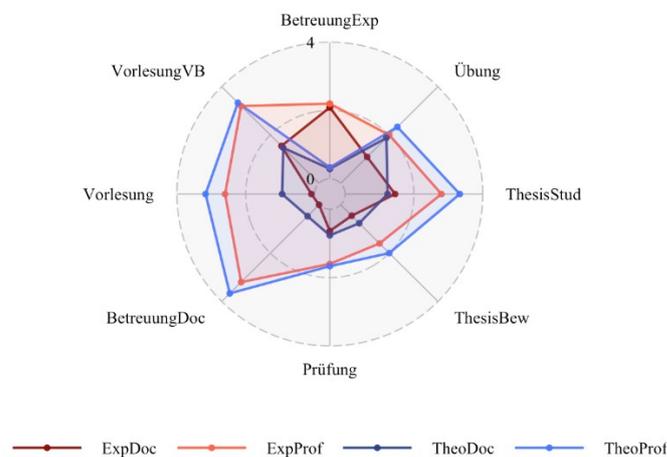


Abb. 14: Mittelwerte (Häufigkeit der Ausführung) für Doktorand:innen (dunkel) und Professor:innen (hell) der experimentellen (rot) und theoretischen Physik (blau) in der *Social* Dimension auf Einzelitemebene (von 0: nie bis 4: sehr häufig).

## 5.5 Diskussion und Limitationen

Die Ergebnisse der Vorstudie deuten an, dass das angepasste RIASEC+N Modell geeignet ist, die spezifischen Tätigkeiten von Physiker:innen im SFB 1245 im Bereich der Kern- und Astrophysik zu beschreiben. Die Zusammenstellung der 46 Tätigkeiten, die im Zuge der explorativen Interviews und bei der Fragebogenentwicklung entstanden ist, scheint das Aufgabenspektrum in der universitären physikalischen Forschung adäquat abzudecken, da in dem Freitextfeld im Fragebogen kaum ergänzende Tätigkeiten genannt wurden. Die Tätigkeiten, die zusätzlich genannt wurden, sind dabei sehr ähnlich zu bestehenden Items (Berechnungen am Computer starten und Gleichungen am Computer herzuleiten/zu

---

berechnen) oder sehr individuell (z. B. das Dokumentieren des Arbeitsfortschrittes in digitaler Form) und damit für die Bildung von allgemeinen Tätigkeitsprofilen nicht zielführend. Gleichwohl wird hierdurch eine gewisse Individualität im Arbeitsalltag von Physiker:innen deutlich.

Die 46 Items erstrecken sich außerdem über alle sieben RIASEC+N Dimensionen – insbesondere auch auf die *Networking* Dimension, die von allen befragten Physiker:innen als wesentliche Tätigkeit angesehen wurde. Somit können die Ergebnisse der vorherigen Studien, dass der Austausch zwischen Wissenschaftler:innen einen wesentlichen Bestandteil des Tätigkeitsspektrums bildet, bestätigt werden (z. B. Dierks et al., 2016; Tintori & Palomba, 2017). Gleichwohl bleibt anzumerken, dass die *Investigative* Dimension sowohl in Bezug zur Anzahl an Tätigkeiten als auch in Bezug zur Häufigkeit der Ausführung die zentrale Tätigkeitsdimension für Forschende in der Physik bleibt, womit die ursprüngliche Einteilung von Holland (1997) nach wie vor ihre Relevanz behält.

Durch die vorliegende Studie kann der Arbeitsalltag von Physiker:innen der Kern- und Astrophysik genauer abgebildet werden. So kann, durch die Ergänzung von zusätzlichen administrativen und unternehmerischen Tätigkeiten im Erhebungsinstrument, der Arbeitsalltag von Professor:innen in der Physik diverser abgebildet werden. Gleiches gilt für die Arbeit von theoretischen Physiker:innen, die durch weitere Tätigkeiten im Bezug zum Programmieren und Simulieren innerhalb der *Investigative* Dimension eine stärkere Beachtung erfährt.

Entgegen der angenommenen Hypothese zeichnen sich Post-Doktorand:innen und Doktorand:innen im SFB 1245 – mit Ausnahme der *Social* Dimension in der experimentellen und der *Investigative* Dimension in der theoretischen Physik – durch ähnliche Tätigkeitsprofile aus. Eine Unterscheidung der Statusgruppen ist demnach im vorliegenden Fall nur sinnvoll für Doktorand:innen und Post-Doktorand:innen im Vergleich zu Professor:innen möglich (vgl. hierzu auch die Ergebnisse von Stamer et al. (2019; 2020)). Besonders deutlich ist dabei der Unterschied in der *Enterprising* und *Social* Dimension. Professor:innen im Bereich der Kern- und Astrophysik sind dementsprechend für nahezu alle Managementtätigkeiten im Bezug zur Forschung und einen Großteil der Lehrtätigkeiten, wie das Halten von Vorlesungen oder die Betreuung von Studierenden, verantwortlich. Betrachtet man nur die experimentelle Physik, so fällt auf, dass Professor:innen signifikant weniger in der *Realistic* Dimension tätig sind. Die praktische Arbeit am Experiment, die Stamer et al. (2020) als eine stereotypische Tätigkeit von Naturwissenschaftler:innen bezeichnen, wird demnach hauptsächlich von Doktorand:innen

---

und Post-Doktorand:innen der Experimentalphysik ausgeführt. Im Kontrast zu den Ergebnissen von Stamer et al. (2019) konnten keine signifikanten Unterschiede in der *Networking* Dimension zwischen den Statusgruppen gefunden werden. Die Tatsache, dass die Unterschiede zwischen Doktorand:innen und Professor:innen der theoretischen und experimentellen Physik nicht zu vernachlässigen sind, bestätigt die Notwendigkeit der Differenzierung zwischen Statusgruppen in zukünftigen Studien. Bei der Befragung von Schüler:innen sollte dementsprechend auch die Möglichkeit zur Unterscheidung gegeben werden. Andernfalls kann man, wie von Stamer et al. (2019) limitierend angemerkt wird, keine Aussagen darüber treffen, welche Person von den Schüler:innen beschrieben wird. Insbesondere in Anbetracht der Unterschiede zwischen theoretischer und experimenteller Physik ist es relevant, die Möglichkeit der Differenzierung zwischen diesen Gruppen zu eröffnen, da sonst die Antworten immer für die eine oder andere Gruppe – besonders bei Tätigkeiten in Bezug zu Experimenten oder Programmierungen – unpassend sind.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind einige limitierende Aspekte zu beachten. Da die Physiker:innen die Tätigkeiten spontan auf einer Bewertungsskala von "nie" bis "häufig" bewerten und nicht davon ausgegangen werden kann, dass sie konkrete Aufzeichnungen über die eigenen Arbeitszeiten haben, können wir keine Aussage über die tatsächliche Häufigkeit der Ausführung machen. Auch eine Rangfolge der einzelnen Tätigkeiten kann nicht aufgestellt werden, da die Aussagen nicht implizieren, wie viel Zeit eine Tätigkeit in Anspruch nimmt. Eine gleiche Bewertung zweier Tätigkeiten bedeutet dementsprechend nicht zwangsläufig einen gleichen Zeitaufwand. Darüber hinaus können individuell unbeliebte Tätigkeiten trotz der Ergänzung der spezifischen Zeitangaben (z. B. (3) → "oft (wöchentlich)") in der Bewertungsskala zu einer Überschätzung der Häufigkeit führen. Außerdem ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Studien nicht per se gegeben, da die Zuordnung der Tätigkeiten zu den Dimensionen unterschiedlich vorgenommen wird und da hier eine besondere Stichprobe aus der Kern- und Astrophysik und nicht allgemein Naturwissenschaftler:innen betrachtet werden.

## 5.6 Zusammenfassung

In Bezug zu den Forschungszielen ist festzuhalten, dass durch die Interviews ein breites Tätigkeitsspektrum im Sonderforschungsbereich 1245 mit 46 verschiedenen Tätigkeiten aufgedeckt werden konnte. Wie erwartet, konnten dabei einige Tätigkeiten aus den bisherigen

---

Studien ebenfalls unter Physiker:innen vorgefunden werden. Dennoch zeigen die 16 zusätzlich gefundenen Tätigkeiten, dass der Forschungsalltag in der Kern- und Astrophysik einige spezifische Besonderheiten bereithält. Hier sind vor allem programmierintensive Tätigkeiten in der *Investigative* und administrative Tätigkeiten in der *Conventional* Dimension zu nennen. Die Fachgebiete unterscheiden sich wie erwartet deutlich und dabei hauptsächlich in Bezug zu experimentellen (*Realistic* Dimension) oder programmierintensiven (*Investigative* Dimension) Tätigkeiten. In Bezug zu den Tätigkeitsprofilen der Statusgruppen zeigt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen (Post-)Doktorand:innen und Professor:innen, wobei sich letztere neben der Forschung durch einen starken Fokus auf Lehr- und Managementtätigkeiten auszeichnen.

Die siebendimensionale Struktur des RIASEC+N Modells stellte sich auch bei der Beschreibung der Tätigkeiten im SFB 1245 als gewinnbringend heraus, da alle Dimensionen, wenn auch mit unterschiedlichen Quantitäten vertreten sind. Das vorgestellte korrespondierende Erhebungsinstrument ist somit durch die vorgenommene Weiterentwicklung nun auch zur Beschreibung von Tätigkeitsprofilen in der Kern- und Astrophysik geeignet.

---

## 6 Erhebungsinstrumente

---

Für die nachfolgenden Studien mit Schüler:innen musste das Erhebungsinstrument aus der Vorstudie angepasst und erweitert werden. Damit dabei das Vorgehen bei den Erhebungen und die Ergebnisse zwischen der Baselinestudie und den Interventionsstudien im Schülerlabor und der Projektwoche vergleichbar sind, wurde ein gemeinsamer Rahmenfragebogen zusammengestellt. Bei den Interventionsstudien wurden Skalen zu den außerschulischen Angeboten ergänzt. Nachfolgend werden die verwendeten Skalen aller Erhebungsinstrumente, allgemeine Überlegungen zum Fragebogendesign und die Vorgehensweise bei der Erstellung näher erläutert. Im Anhang A8 ist der Fragebogen für den Posttest der Projektwoche als Beispiel für die Schüler:innen-Fragebögen angefügt.

### 6.1 Erprobung und Anpassung der Erhebungsinstrumente

Zunächst wurde der Itempool für die Fragebögen generiert. Hierzu wurde der Abschnitt zu den Tätigkeiten aus der Vorstudie in angepasster Form übernommen. Des Weiteren wurden bereits erprobte Skalen aus Studien zu außerschulischen Lernorten übernommen. Tabelle 11 gibt einen Überblick darüber, welche Konstrukte in welchen Erhebungen erfasst werden. In Anhang A5 findet sich eine vollständige Auflistung der verwendeten Items mit entsprechenden Herkunftsverweisen.

Tabelle 11: Überblick über die erhobenen Konstrukte in den unterschiedlichen Fragebögen.

Konstrukte	Ausprägung	Items	Beispielitem	Referenz
Soziodemografische Daten		5	„Wie alt bist du?“	
Berufskennntnis (fünfstufige Ratingskala)		50	Ein:e Physiker:in beschäftigt sich damit: „Anträge für Forschungsgelder zu stellen“	s. Kapitel 5
	subjektiv	2	„Über den Arbeitsalltag von Physiker:innen weiß ich wenig-viel.“	eigene Items
Individuelles Interesse (fünfstufig Likert)	Sachinteresse	4	„Auch außerhalb der Schule interessieren mich physikalische Themen.“	Simon, 2019 und Weißnigk, 2013
	Fachinteresse	4	„Die Themen des Physikunterrichts interessieren mich“	Simon, 2019 und Weißnigk, 2013
Image Physik	Wissenschaft	7	Die Naturwissenschaft Physik ist „... wichtig-unwichtig“	Weißnigk, 2013 (dort sechsstufig)

(semantische Differentiale, fünfstufig)	Schulfach	7	Physikunterricht ist „... wichtig-unwichtig“	Weißnig, 2013 (dort sechsstufig)
Fächerbeliebtheit (fünfstufig Likert)		8	„Physik macht mir unabhängig von der Lehrkraft Spaß“	Simon, 2019 nach Streller, 2015
Berufswahlintention (fünfstufig Likert)		6	„Beruflich möchte ich nichts mit Physik zu tun haben“	Weißnig, 2013, teilweise angepasst
Berufsinteresse (fünfstufige Ratingskala)		14	In meinem späteren Beruf möchte ich gerne: „einen Vortrag vor anderen Forscher:innen halten“	eigene Items
Aktuelles Interesse (fünfstufig Likert)	emotional	4	„Die Projektwoche/Der Schülerlaborbesuch hat mir Spaß gemacht.“	bereits so oder in ähnlicher Form in: Streller, 2015 Engeln, 2004 Pawek, 2009 Betz, 2018
	wertbezogen	3	„Dass ich an der Projektwoche/dem Schülerlabor teilgenommen habe, ist mir persönlich wichtig.“	
	epistemisch	4	„Solche Angebote wie die Projektwoche/das Schülerlabor würde ich gerne häufiger wahrnehmen.“	
Authentizität (fünfstufig Likert)		4	„Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.“	Engeln, 2004, (dort 4-stufig)

Da die wesentlichen Teile des Fragebogens entweder in der vorliegenden Vorstudie oder in anderen Studien bereits zum Einsatz gekommen sind, wurde in der Erprobung der Fokus auf die Verständlichkeit und die Anwendbarkeit in der entsprechenden Stichprobe gelegt. Die Erprobung des Fragebogens erfolgte mit zwei Gruppen des „DLR\_School\_Labs TU Darmstadt“ (N=25, m=18, f=7) im Januar und Februar 2023. Das mittlere Alter der Teilnehmenden war  $M_{\text{Alter}} = 17.3$  Jahre. Die durchschnittliche Dauer zum Ausfüllen betrug etwa zwölf Minuten ( $M_{\text{Zeit in s}} = 734, SD = 125$ ), was als angemessen für die Zielstichprobe angesehen werden kann. Eine Überprüfung der Mittelwerte für alle RIASEC+N Dimensionen ergab, dass mit Ausnahme der *Realistic* Dimension Tätigkeiten aus allen Dimensionen in der Mitte der Skala angekreuzt wurden (*Realistic*:  $M = 3.02, SD = 0.53$ ; *Investigative*:  $M = 2.53, SD = 0.44$ ; *Artistic*:  $M = 2.25, SD = 0.56$ ; *Social*:  $M = 2.42, SD = 0.58$ ; *Enterprising*:  $M = 1.75, SD = 0.61$ ; *Conventional*:  $M = 2.07, SD = 0.47$ ; *Networking*:  $M = 2.46, SD = 0.58$ ). Es wird angenommen, dass die „zentrale Tendenz“ im Antwortverhalten, wie von Döring und Bortz (2016) angemerkt, damit zu erklären sein kann, dass die zu beurteilenden Tätigkeiten den Teilnehmenden nur wenig bekannt sind. Eine Anpassung dieses Abschnittes erschien daher notwendig. Um neben

---

der quantitativen Abfrage der Tätigkeiten individuelle und ausführlichere Informationen zu den Vorstellungen über den Arbeitsalltag von Physiker:innen zu erhalten, wurde daher das Freitextfeld vor diesem Abschnitt ergänzt. Um außerdem zu überprüfen, ob die zentrale Tendenz durch die große Itemanzahl hervorgerufen wird, wurden vier Distraktoren eingefügt (Weiteres zu den Distraktoren in Abschnitt 6.2 „Hauptteil: Berufskennntnis“).

Für die übrigen Skalen wurden Cronbach's Alpha Werte (Cronbach, 1951) berechnet, um deren interne Konsistenz zu überprüfen. Die Skalen weisen, mit Ausnahme der Skala „Authentizität“ ( $\alpha_{\text{Authentizität}} = 0.61$ ), alle Werte von  $\alpha > 0.7$  auf, was nach Streiner (2003) als akzeptabel gilt. Die Skalen wurden daher zunächst für die abschließende Prüfung des Erhebungsinstruments in der Form belassen. Die Skala zur Authentizität liefert bei der Entfernung des eigens entwickelten Items „Ich habe mich selbst am Labortag als Physiker:in wahrgenommen“ ebenfalls mit  $\alpha_{\text{Authentizität, ohne Auth4}} = 0.80$  gute Reliabilitätswerte. Da das Item jedoch für die Projektwoche als inhaltlich wertvoll angesehen wird, verbleibt es zunächst für die weiteren Erhebungen im Itempool. Eine abschließende Prüfung der Eignung des Erhebungsinstruments für die Stichproben der Teilstudien erfolgt im letzten Abschnitt dieses Kapitels.

## 6.2 Beschreibung der Konstrukte des Erhebungsinstruments

Die finalen Fragebögen bestehen aus einer Einleitung mit der Abfrage von soziodemografischen Daten, einem Hauptteil zu den Vorstellungen über Tätigkeiten von Physiker:innen und korrespondierenden und ergänzenden Skalen zu motivationalen Aspekten, dem Image der Physik, der Berufswahlintention und sofern relevant, Abschnitte zu den außerschulischen Angeboten.

### Einleitung und soziodemografische Daten

Nach einem kurzen Einführungstext werden die Schüler:innen gebeten, einen „Self-Generated-Identification-Code“ (SGIC) auszufüllen. Mit einem SGIC ist es möglich die Antworten einzelner Teilnehmender bei mehrmaligen Befragungen einander zuzuordnen und dabei die Anonymität der Befragung nicht zu verletzen. Dazu müssen die abgefragten Daten im SGIC möglichst individuell, eindeutig und über einen längeren Zeitraum konstant sein. Entsprechend der Empfehlung von Audette et al. (2020) werden im vorliegenden Fragebogen der Geburtsmonat, das Geschlecht (welches bei der Geburt zugeschrieben wurde), der erste Buchstabe des Nachnamens, der erste Buchstabe des Vornamens der Mutter (oder einer Person, die einer

---

Mutter am nächsten kommt) und die Anzahl der älteren Geschwister mit einem siebenstelligen Code abgefragt. Anschließend werden mit dem Alter, der besuchten Schuljahrgangsstufe, der besuchten Schulform, dem Land, dem Geschlecht und der letzten Zeugnisnote im Fach Physik weitere personenbezogene Merkmale erhoben.

### **Hauptteil: Berufskennntnis**

Damit keine Beschreibung von Physiker:innen in Unternehmen oder der Politik vorgenommen werden, wird in einem kurzen einleitenden Absatz der SFB 1245 als große universitäre Forschungskollaboration vorgestellt. Beschreibungen und Bewertungen im Fragebogen sollten sich demnach immer auf diesen Personenkreis beziehen. Um die Vorstellungen von Schüler:innen möglichst unbeeinflusst und dennoch detailliert abfragen zu können, werden dann zunächst in einem Freitextfeld die Tätigkeiten, die nach Meinung der Schüler:innen im Arbeitsalltag von Physiker:innen<sup>53</sup> vorkommen, qualitativ abgefragt. Anschließend folgt auf die einleitende Phrase „Ein:e Physiker:in beschäftigt sich damit ...“ die quantitative Bewertung der 46 Tätigkeitsitems, die in der Vorstudie identifiziert wurden (siehe Kapitel 5; auch so in Kriegel & Spatz, 2022). Außerdem wurden zusätzlich vier Distraktoren hinzugefügt (z. B. „Verkaufsgespräche mit Kund:innen zu führen“)<sup>54</sup>. Die Teilnehmenden sollen dabei auf einer fünfstufigen unipolaren Ratingskala von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“ einschätzen, wie häufig Physiker:innen in der universitären Forschung ihrer Meinung nach diesen Tätigkeiten nachgehen. Ergänzend hierzu erhalten die Teilnehmenden die Möglichkeit den oder die beschriebene:n Physiker:in in einem Freitextfeld näher zu spezifizieren („Wenn du im letzten Abschnitt an eine:e bestimmte:n Physiker:in gedacht hast, kannst Du diese:n hier kurz beschreiben“). Aufgrund der Erkenntnisse aus der Vorstudie und damit im Gegensatz zu ähnlich gelagerten Studien (Leiß, 2019; Stamer, 2019) erhalten die Teilnehmenden zudem die Möglichkeit, diesen Abschnitt zu den Tätigkeiten (Berufskennntnis in Tabelle 11) mehrfach auszufüllen. Dadurch wird ermöglicht, dass eventuell vorliegende adäquate Vorstellungen, beispielsweise zum Unterschied von theoretischer und experimenteller Physik, auch durch

---

<sup>53</sup> In diesem Kapitel werden mit Physiker:innen immer Personen aus der universitären Forschung gemeint.

<sup>54</sup> Die Distraktoren wurden alle aus dem Bereich Verkauf und Vermarktung von Produkten gewählt, da dieser Tätigkeitsbereich nicht zum Arbeitsalltag in der universitären Forschung zählt. Gleichzeitig sollten die Distraktoren prinzipiell vorstellbare Tätigkeiten beinhalten. Deutlichere Distraktoren wie „Fußball spielen“ wie z. B. in Leiß (2019) wurden demnach nicht verwendet.

---

zweifaches Ausfüllen zum Ausdruck gebracht werden können. Außerdem wird dadurch dem Problem bei einmaligem Ausfüllen vorgebeugt, dass einige Items zwangsläufig „falsch“ beantwortet werden würden, da sie für manche Physiker:innen zutreffen und für andere nicht.<sup>55</sup> Abschließend wird noch abgefragt, ob die Teilnehmenden persönliche Bezüge zu Physiker:innen haben und wie sie ihre Kenntnis über die Tätigkeiten von Physiker:innen selbst einschätzen.

### **Interesse und Image der Physik**

Um das Interesse der Schüler:innen an der Physik und deren Einschätzung zum Image der Physik zu erheben, werden bereits erprobte Skalen verwendet. Die Beliebtheit von acht unterschiedlichen Schulfächern wird auf einer fünfstufigen Likert Skala erhoben („Die folgenden Unterrichtsfächer machen mir – unabhängig von der Lehrkraft – Spaß“, aus Simon, 2019 nach Streller, 2015). Das Interesse wird in der Fach- und Sachkomponente jeweils mit vier Items ebenfalls auf einer fünfstufigen Likert-Skala erhoben (z. B. „Auch außerhalb der Schule interessieren mich physikalische Themen“ aus Simon, 2019 auf Basis von Weßnigk, 2013). Außerdem wird das Image der Physik als Wissenschaft und das Image des Schulfaches Physik über jeweils sieben identische semantische Differentiale (fünfstufig z. B. von 1: „unwichtig“ bis 5: „wichtig“) erfasst (angepasst, nach Weßnigk, 2013).

### **Berufsinteresse und Berufswahlintention**

Die Berufswahlintention wird anhand von sechs angepassten Items nach Weßnigk (2013) auf einer fünfstufigen Likert-Skala erhoben (z. B. „Beruflich möchte ich nichts mit Physik zu tun haben“). Um das Interesse an einem Beruf aus dem Bereich der physikalischen Forschung zu erheben, wurde das Interesse an konkreten Tätigkeiten abgefragt. So wurde zu jeweils zwei Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen abgefragt, wie sehr die Teilnehmenden daran interessiert sind, diese Tätigkeit in ihrem späteren Beruf auszuführen.

### **Wirkung der außerschulischen Angebote**

Um die Wirksamkeit der außerschulischen Lernangebote zu testen, wird das situative Interesse und die wahrgenommene Authentizität erhoben. Das situative Interesse wird dabei durch vier

---

<sup>55</sup> Beispielsweise führt eine einmalige Beantwortung des Items „Experimente durchführen“ zum Konflikt, wenn man die Unterscheidung in theoretische und experimentelle Physik bedenkt.

---

Items in der emotionalen, drei in der wertbezogenen und vier in der epistemischen Komponente operationalisiert. Die Items wurden bereits in zahlreichen Studien zu außerschulischen Angeboten eingesetzt (Betz, 2018; Engeln, 2004; Pawek, 2009; Streller, 2015). Eine genaue Auflistung zur Herkunft der einzelnen Items findet sich in Anhang A5. Die wahrgenommene Authentizität wird anhand von drei Items nach Engeln (2004) und einem eigenen Item erhoben.

### 6.3 Auswertemethodik zu den Erhebungsinstrumenten

Die Fragebögen wurden alle in SoSciSurvey (Leiner, 2019a) zusammengestellt und die Befragungen damit digital umgesetzt. Nach den Erhebungen folgte zunächst eine Auswahl der gültigen Fälle in SoSciSurvey. Hierbei wurden beispielsweise direkt Datensätze aussortiert, die keine Antworten gegeben (ausschließlich „keine Angabe“) oder mehrere Seiten des Fragebogens ausgelassen haben. Die weitere Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit „R“ (R Core Team, 2022) in *R-Studio* (Posit team, 2023) mit Hilfe der zusätzlichen Pakete *tidyverse* (Wickham et al., 2019), *fmsb* (Nakazawa, 2024), *psy* (Falissard, 2022), *psych* (Revelle, 2024), *coin* (Hothorn et al., 2006) und *dplyr* (Wickham et al., 2023). Die Plots wurden mit Hilfe von *ggplot2* (Bion, 2024; Wickham, 2016) erstellt.<sup>56</sup>

Um zu überprüfen, ob sich die Gruppen hinsichtlich ihrer Tätigkeiten und deren Häufigkeit der Ausführung unterscheiden, werden Signifikanztests eingesetzt. Da es sich bei dem relativ kleinen Datensatz um größtenteils nicht normalverteilte Daten handelt und lediglich von ordinalskalierten Daten ausgegangen werden kann, empfehlen Bortz und Schuster (2016) hierzu den Mann-Whitney-U-Test als nicht parametrische Alternative zum t-Test. Dieser wird in *R-Studio* berechnet, wobei signifikante Unterschiede ab einer Signifikanzschwelle von  $p < 0.05$  angenommen werden. Die Effektstärke  $r$  bei nicht parametrischen Verfahren lässt sich nach Fritz et al. (2012) mit  $r = \frac{z}{\sqrt{N}}$  bestimmen, wobei  $z$  die z-Statistik des Mann-Whitney-U-Tests und  $N$  die entsprechende Größe der Stichprobe ist.

---

<sup>56</sup> Um den für die statistischen Auswertungen notwendigen Code in *R* zu erstellen, wurde teilweise Chat-GPT als Hilfsmittel verwendet (OpenAI, 2024).

---

## Vorgehen bei der Auswertung der Freitextantworten

Um die qualitativen Daten aus den Freitextfeldern analysieren und später mit den Antworten aus den Interventionsstudien vergleichen zu können, werden diese einer quantitativen Inhaltsanalyse unterzogen (Döring & Bortz, 2016). Dabei werden die qualitativen Antworten der Schüler:innen in quantitative Daten überführt, die dann statistisch ausgewertet werden können. Aus forschungsökonomischer Sicht bietet es sich an, den im Folgenden beschriebenen Prozess gemeinsam anhand der Datensätze der Baseline- und der beiden Interventionsstudien durchzuführen. Um die qualitativen Daten allgemein fassbar zu machen, wurde zunächst ein Kategoriensystem aufgesetzt, welches als Hauptkategorien die RIASEC+N Dimensionen und als Subkategorien die in der Vorstudie gefundenen Tätigkeiten enthält (s. Kapitel 5.3.2). Nach einer ersten Sichtung des Datenmaterials durch den Verfasser dieser Arbeit wurden die Hauptkategorien „Fachinhalte“ und „falsche Tätigkeiten“ sowie „Vergleich von theoretischer und experimenteller Physik“ hinzugefügt. Außerdem wurden in den Hauptkategorien *Realistic* und *Investigative* offenere Subkategorien ergänzt, damit das Datenmaterial besser abgedeckt ist. So wurden Tätigkeiten wie das „Forschen“ oder „Probleme lösen“ in der *Investigative* und „Arbeiten im Labor“ oder „Versuche machen“ in der *Realistic* Hauptkategorie ergänzt. Das Kategoriensystem wurde anschließend in einen Codierleitfaden überführt. Dieser enthält neben allgemeinen Codierhinweisen auch Ankerbeispiele für die Hauptkategorien. Wenn Tätigkeiten in den Antworten der Schüler:innen genannt werden, die nicht explizit im Codierleitfaden auftauchen, sollte, wo möglich, eine Zuteilung nach der in Kapitel 3.2.2.2 vorgestellten Beschreibung der RIASEC+N Dimensionen erfolgen.

Um zu überprüfen, ob der Codierleitfaden für die Baseline- und die Interventionsgruppen gleichermaßen zuverlässig einsetzbar ist, wurde das Material von mehreren Personen der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik der TU Darmstadt mithilfe von MAXQDA codiert. Dazu wurde zunächst ein weiterer Codierer (C2) am Codierleitfaden geschult. Da die Quantität und Qualität der Freitextantworten sehr heterogen sind, wurde eine zufällige Auswahl von etwa 25 Prozent des gesamten Datenmaterials getroffen<sup>57</sup>. Anschließend erfolgte ein gleichzeitiges, unabhängiges Codieren des Datenmaterials durch den Verfasser der Arbeit (C1) und den

---

<sup>57</sup> Davon sind jeweils ein Drittel aus den Datensätzen der Baseline und den Posttests der Projektwoche und des Schülerlabors.

---

Codierer C2. Die Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung<sup>58</sup> (s. Kapitel 5.2.2.1) ergab einen Wert von  $\kappa_n = 0.69$  (Brennan & Prediger, 1981), was nach Landis und Koch (1977) bereits einer substanziellen Übereinstimmung entspricht. Um zu überprüfen, an welchen Stellen Diskrepanzen vorlagen, wurden die Stellen, die keine übereinstimmende Codierung aufwiesen, von beiden Codierern gemeinsam diskutiert. Hierbei wurden die Codierungen an den Stellen einander angeglichen, an denen zwar gleiche Codes vergeben wurden, sich aber aufgrund von ungleich codierten Füllworten und Satzzeichen keine Übereinstimmung ergab. Codierungen, die aufgrund von individuell unterschiedlichen Auslegungen des Codierleitfadens entstanden sind, wurden so belassen und Gründe dafür diskutiert. Somit konnte der Codierleitfaden verbessert werden. Anschließend wurde ein weiterer Codierer (C3) an dem überarbeiteten Codierleitfaden geschult, der im Anschluss das Material dementsprechend codierte. Es ergab sich eine Intercoder-Übereinstimmung (C1 zu C3) von  $\kappa_n = 0.73$ , was einer substanziellen Übereinstimmung (Landis & Koch, 1977) entspricht. Die Anwendbarkeit des Codierleitfadens konnte somit bestätigt werden.

Anschließend wurde das gesamte Material vom Verfasser der Arbeit erneut und damit abschließend codiert und die Anzahl der vergebenen Codes pro RIASEC+N Dimension für die quantitative Analyse dokumentiert. Um die Häufigkeiten von genannten Tätigkeiten zu analysieren, wurden zunächst Wortwolken erstellt, um einen Überblick über die Antworten zu erhalten. Hierbei werden die Worte nach der Häufigkeit des Vorkommens sortiert und dann entsprechend ihrer Häufigkeit verschieden groß dargestellt. Um keine unwichtigen Füllworte in die Analyse aufzunehmen, lassen sich diese durch Stopp-Wort-Listen aus den Wortwolken exkludieren. Durch die Wortwolken konnten häufig genannte Tätigkeiten identifiziert werden, die dann mithilfe der Wort Explorer Funktion in MAXQDA genauer analysiert wurden. Dabei wurden bestimmte Wortbruchstücke im Wort Explorer auf ihr Vorkommen hin analysiert. Anschließend werden alle Stellen, in denen das Wortbruchstück vorkommt, auf die Passung zur Tätigkeit hin untersucht.<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> Berechnung in MAXQDA mittels Codeüberlappung an Segmenten von mindestens 80 Prozent Übereinstimmung.

<sup>59</sup> So wurde das Wortbruchstück „forsch“ verwendet, um das Vorkommen von Tätigkeiten wie „forschen“, „erforschen“ oder „Forschung“ in den Antworten der Schüler:innen zu analysieren.

---

## 6.4 Prüfung der Güte des Erhebungsinstruments

Um die Güte des Erhebungsinstruments in Kombination mit dem Studiendesign und damit die Aussagekraft der Ergebnisse zu überprüfen, wird sich an den Hauptgütekriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) quantitativer Forschung orientiert. Da das vorliegende Erhebungsinstrument teilweise aus bereits durch zahlreiche Studien gut erprobten Skalen besteht, konnte sich bei der Prüfung der Güte in diesen Fällen auf die Ergebnisse jener Studien gestützt werden.

### **Merkmale der Objektivität**

Bezüglich der Objektivität wurde im Rahmen der vorliegenden Studien insbesondere auf die Interpretationsobjektivität Wert gelegt (für eine Beschreibung der Gütekriterien sei z. B. verwiesen auf Sedlmeier & Renkewitz, 2013). Um eine Verzerrung durch die Ansichten des Verfassers der Arbeit zu vermeiden, wurde an wesentlichen Arbeits- und Analyseschritten dieser Arbeit immer wieder mit Mitarbeitenden der Arbeitsgruppe das Vorgehen und die Interpretationsmöglichkeiten diskutiert. Des Weiteren wurde bezüglich der Durchführungsobjektivität bei den Erhebungen darauf geachtet, dass die testleitende Person möglichst wenig Instruktionen geben muss. Da besonders bei den Interventionsstudien der Verfasser der Arbeit auch als Testleiter fungierte, wurde nach der Empfehlung von Sedlmeier und Renkewitz (2013) darauf geachtet, die sozialen Interaktionen zwischen Testleiter und Proband:innen bei den Erhebungen auf ein Minimum zu reduzieren. Abschließend sind besonders die Freitextantworten im vorliegenden Erhebungsinstrument hinsichtlich der Auswerteobjektivität zu beachten. Damit eine möglichst objektive Beurteilung der Tätigkeiten erfolgt, wurde der im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Codierleitfaden in einem iterativen Prozess erstellt und erprobt. Die personenunabhängige Anwendung desselben auf das Material wurde außerdem anhand der Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung getestet.

### **Merkmale der Validität**

Um möglichst valide und damit gültige Ergebnisse zu erhalten, gilt es nach Döring und Bortz (2016) auf unterschiedliche Aspekte der Validität zu achten. So wird im Rahmen der Konstruktvalidität versucht, dass das Messinstrument möglichst genau das Merkmal oder Konstrukt erfasst, was es repräsentieren soll. Die Operationalisierung von Konstrukten sollte daher möglichst auf spezifischen theoretischen Konzepten basieren. Im vorliegenden Fall wird daher für die Erhebung des individuellen und aktuellen Interesses, des Images der Physik, der Berufswahlintention und der Authentizität auf bereits etablierte psychometrische Skalen zurückgegriffen. Diese wurden alle ebenfalls in außerschulischen Lernorten an ähnlich

---

gelagerten Stichproben erprobt und eingesetzt. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die verwendeten Skalen auch die antizipierten Konstrukte abbilden. Bei den selbst erstellten Items zu den Tätigkeiten von Physiker:innen lässt sich die Konstruktvalidität durch die Erhebung von manifesten Einzelitems relativ leicht kontrollieren. Da die Items außerdem auf den Erkenntnissen der Vorstudie (s. Kapitel 5) basieren, ist sichergestellt, dass die Items auch tatsächlich Tätigkeiten aus dem Tätigkeitsspektrum von Forschenden in der Physik abbilden. Die interne Validität wurde insbesondere durch das Studiendesign und die Konzeptionierung der Interventionen sichergestellt. Um die erwarteten Effekte am Ende auch tatsächlich auf die Interventionen zurückführen zu können, wurde einerseits darauf geachtet, dass die Erhebung der Baseline parallel zu den Interventionen stattgefunden hat. So wurde sichergestellt, dass keine äußeren Faktoren zu den Ergebnissen geführt haben, da sich diese sonst auch auf die Baseline ausgewirkt hätten. Andererseits wurden die Interventionen derart konzipiert, dass sie qualitativ ähnliche, wenn auch in ihrer Quantität unterschiedliche Inhalte enthalten. Somit können die Interventionen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit verglichen werden, was nach Döring und Bortz (2016) gleichermaßen die externe Validität erhöht. Da es sich außerdem hinsichtlich der vermuteten interessenfördernden Wirkung der Interventionen auch um eine Replikationsstudie zu ähnlich gelagerten Studien an außerschulischen Lernorten handelt, wird die externe Validität weiter gesichert. Um auch die statistische Validität nicht zu verletzen, wurde im Zuge der Datenauswertung insbesondere auf die Verwendung adäquater Signifikanztests unter Berücksichtigung aller wesentlicher Voraussetzungen und die Vermeidung von Alphafehler-Kumulation geachtet.

### **Merkmale der Reliabilität**

Um die Reliabilität des verwendeten Erhebungsinstruments und damit seine Messgenauigkeit zu prüfen, werden die quantitativen Skalen auf ihre interne Konsistenz hin geprüft (z. B. in Döring & Bortz, 2016). Hierzu werden für die entsprechenden Skalen Itemanalysen anhand der Daten aus der Baseline-Stichprobe<sup>60</sup> durchgeführt. Die interne Konsistenz der Skalen wird dabei anhand von Cronbach's Alpha Werten für die Stichprobe der Baseline berechnet. Außerdem werden Werte für die Item-Trennschärfe ( $r_{drop}$ ) berechnet. Diese gibt an, wie stark das jeweilige

---

<sup>60</sup> Die Baseline-Studie wurde ausgewählt, da es sich hierbei um den größten vorliegenden Datensatz handelt. Bei Skalen, die nur in den Post-Tests der Interventionsgruppen Verwendung finden, wird zur Itemanalyse die Stichprobe der Projektwoche herangezogen.

Item mit der restlichen Skala korreliert und ist daher ebenfalls ein Kennwert dafür, dass die gesamte Skala ein ähnliches Konstrukt abbildet (Fittkau, 2021). Fittkau (2021, S. 27) legt eine Beurteilung von  $r_{drop}$  in akzeptabel:  $0.5 \leq r_{drop} < 0.7$ , gut:  $0.7 \leq r_{drop} < 0.8$  und hervorragend:  $r_{drop} \geq 0.8$  nahe. Die Reliabilität der Messung bezüglich der Freitextantworten wurde mit der Erstellung und Erprobung des Codierleitfadens in Kombination mit der Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung bereits im Zuge der Pilotierungsphase sichergestellt (s. vorheriger Abschnitt).

### (1) Skalen zum individuellen Interesse

Die Skala zum Sachinteresse an Physik (Tabelle 12) zeichnet sich in der Baseline-Stichprobe durch eine hohe interne Konsistenz aus ( $\alpha = 0.86$ ). Auch die Item-Trennschärfen liegen im akzeptablen bis guten Bereich. Daher wird die Skala für die Auswertungen in dieser Form belassen.

Tabelle 12: Itemanalyse zur Skala Sachinteresse an Physik (fünfstufig Likert 1 bis 5, N=156)  $\alpha = 0.86$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
DIS1	0%	2.53	1.3	0.67	0.84
DIS2	0%	2.39	1.27	0.75	0.80
DIS3	0%	2.23	1.29	0.63	0.85
DIS4	0%	2.24	1.28	0.78	0.79

*Missing*: relative Anzahl fehlender Werte, *M*: Mittelwert, *SD*: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

Die Skala zum Fachinteresse an Physik hat in der dargestellten Form einen akzeptablen Wert für die interne Konsistenz (Tabelle 13). Das Item *DIF3* zeichnet sich dabei durch eine geringe Trennschärfe aus. Eine Entfernung dieses Items steigert die interne Konsistenz auf  $\alpha=0.77$ . Da dieses Item bereits in früheren Erhebungen aufgrund schwacher alpha-Werte entfernt wurde, wird es auch im vorliegenden Fall nicht für die Auswertung berücksichtigt (Simon, 2019).

Tabelle 13: Itemanalyse zur Skala Fachinteresse an Physik (fünfstufig Likert 1 bis 5, N=156)  $\alpha=0.73$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
DIF1	0%	2.99	1.22	0.66	0.57
DIF2	1%	3.01	1.12	0.60	0.61
DIF3	1%	2.40	1.20	0.33	0.77
DIF4	1%	3.29	1.25	0.49	0.68

*Missing*: relative Anzahl fehlender Werte, *M*: Mittelwert, *SD*: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

Die beiden Skalen Sach- und Fachinteresse an Physik bilden demnach das individuelle Interesse an Physik ab und wurden von Simon (2019) bereits auf ihre zweidimensionale Struktur überprüft.

## (2) Skalen zum situativen Interesse

Das situative Interesse wird in die drei Komponenten emotional, epistemisch und wertbezogen unterteilt und dementsprechend durch drei Skalen im Erhebungsinstrument abgebildet. Da es sich hierbei um Skalen handelt, die nur im Anschluss an die Interventionen erhoben wurden, wird die Itemanalyse anhand des Posttests der Projektwoche durchgeführt. Die Skalen basieren auf Engeln (2004) und wurden bereits in weiteren Studien eingesetzt (Pawek, 2009; Simon, 2019; Streller, 2015). Auch hierfür wurde bei Simon (2019) schon durch eine konfirmatorische Faktorenanalyse die dreidimensionale Struktur bestätigt.

Die Skala zum situativen Interesse in der emotionalen Komponente erreicht mit  $\alpha=0.81$  eine hohe interne Konsistenz (Tabelle 14). Auch die Item-Trennschärfen liegen im akzeptablen bis guten Bereich. Die Skala wird daher in ihrer Form für die Auswertung belassen.

Tabelle 14: Itemanalyse zur Skala situatives emotionales Interesse (fünfstufig Likert 1 bis 5, N=94)  $\alpha=0.81$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
AIEm1	0%	4.23	0.94	0.69	0.72
AIEm2	0%	4.64	0.69	0.73	0.72
AIEm3	0%	4.64	0.58	0.77	0.77
AIEm4	0%	4.29	1.0	0.57	0.82

*Missing*: relative Anzahl fehlender Werte, *M*: Mittelwert, *SD*: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

Für die Skala zum situativen Interesse in der wertbezogenen Komponente (Tabelle 15) ergeben sich Werte, die geringfügig unterhalb beziehungsweise an der akzeptablen Grenze für die interne Konsistenz ( $\alpha=0.66$ ) und die Item-Trennschärfen liegen. Da es sich hierbei um eine kurze Skala mit wenigen Items handelt und eine Entfernung von Items die Kennwerte nicht verbessern würde, wird die Skala in der vorliegenden Form für die weiteren Auswertungen belassen.

Tabelle 15: Itemanalyse zur Skala situatives wertbezogenes Interesse (fünfstufig Likert 1 bis 5, N=94)  $\alpha=0.66$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
AIW1	0%	4.36	0.98	0.50	0.56
AIW2	0%	4.52	0.74	0.45	0.61
AIW3	0%	4.57	0.78	0.50	0.54

Missing: relative Anzahl fehlender Werte, M: Mittelwert, SD: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

Für die Skala zum situativen Interesse in der epistemischen Komponente finden sich für alle untersuchten Kennwerte akzeptable Werte ( $\alpha=0.74$ ). Die Items werden damit alle für die Auswertung miteinbezogen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Itemanalyse zur Skala situatives epistemisches Interesse (fünfstufig Likert 1 bis 5, N=94)  $\alpha=0.74$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
AIEp1	0%	4.47	0.65	0.56	0.70
AIEp2	0%	4.50	0.91	0.60	0.66
AIEp3	0%	3.84	1.08	0.50	0.71
AIEp4	0%	3.7	1.20	0.59	0.67

Missing: relative Anzahl fehlender Werte, M: Mittelwert, SD: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

### (3) Skalen zum Image der Physik

Die Skalen zum Image der Physik basieren auf einem Test mit semantischen Differentialen von Stahl und Bromme (2007) und wurden von Weißnigk (2013) angepasst, um das Image der Physik als Wissenschaft und als Unterrichtsfach zu untersuchen. Simon (2019) setzt die beiden Skalen ebenfalls ein und kann anhand einer konfirmatorischen Faktorenanalyse auch hier die zweidimensionale Struktur bestätigen. Die Skala zum Image der Physik als Unterrichtsfach weist in der Analyse anhand der Baseline-Daten eine hohe interne Konsistenz auf ( $\alpha=0.82$ ). Die Items besitzen außerdem eine akzeptable Trennschärfe, weswegen die Skala in der Form für die Auswertung belassen wird (Tabelle 17).

Tabelle 17: Itemanalyse zur Skala Image der Physik als Unterrichtsfach (fünfstufig 1 bis 5, N=156)  $\alpha=0.82$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
IPU1	0%	3.82	1.10	0.57	0.79
IPU2	0%	3.54	1.05	0.55	0.79
IPU3	0%	3.22	1.31	0.52	0.80
IPU4	1%	3.08	0.98	0.56	0.79
IPU5	0%	3.20	1.18	0.51	0.80
IPU6	0%	3.68	0.98	0.62	0.78
IPU7	1%	3.32	1.0	0.60	0.79

Missing: relative Anzahl fehlender Werte,  $M$ : Mittelwert,  $SD$ : Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

Auch die Skala zum Image der Physik als Wissenschaft erreicht mit  $\alpha=0.88$  eine hohe interne Konsistenz (Tabelle 18). Die Item-Trennschärfen liegen hier im akzeptablen bis guten Bereich. Auch diese Skala wird somit ohne Änderung in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 18: Itemanalyse zur Skala Image der Physik als Wissenschaft (fünfstufig 1 bis 5, N=156)  $\alpha=0.88$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
IPW1	0%	4.33	1.01	0.72	0.86
IPW 2	0%	4.07	1.0	0.74	0.85
IPW3	0%	3.69	1.19	0.59	0.87
IPW4	1%	3.56	1.08	0.64	0.87
IPW5	1%	3.68	1.10	0.57	0.87
IPW6	0%	4.08	1.03	0.72	0.86
IPW7	1%	3.79	1.08	0.70	0.86

Missing: relative Anzahl fehlender Werte,  $M$ : Mittelwert,  $SD$ : Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

#### (4) Skala zur Berufswahlintention

Die Berufswahlintention wird in modifizierter Form nach Weißnigk (2013) erhoben. Die Itemanalyse in Tabelle 19 zeigt, dass die Items *BO1* und *BO2* eine geringe Trennschärfe ( $r_{drop} < 0.3$ ) besitzen. Auch bei Weißnigk (2013) finden sich für diese Items bereits schlechte Item-Trennschärfen. Bei beiden Items liegt der inhaltliche Fokus außerdem eher auf der Wichtigkeit von naturwissenschaftlichem Grundwissen und weniger auf der Intention, ein bestimmtes Fach für das spätere Berufsfeld zu favorisieren. Da zudem eine Entfernung dieser Items zu einer Steigerung der internen Konsistenz führt, werden sie nicht in die Auswertung

miteinander. Die interne Konsistenz der Skala kann durch die Entfernung beider Items mit  $\alpha=0.9$  auf ein gutes Niveau erhöht werden.

Tabelle 19: Itemanalyse zur Skala Berufswahlintention Physik (fünfstufig 1 bis 5, N=156)  $\alpha=0.79$ . Items BO3 bis BO6 sind invertiert.

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
BO1	0%	2.48	1.11	0.21	0.82
BO2	0%	2.83	1.18	0.27	0.82
BO3*	0%	3.08	1.44	0.64	0.74
BO4*	0%	3.19	1.46	0.75	0.71
BO5*	0%	2.77	1.44	0.68	0.73
BO6*	0%	2.81	1.47	0.72	0.71

Missing: relative Anzahl fehlender Werte, M: Mittelwert, SD: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items. Inverse Items sind mit einem Stern gekennzeichnet.

### (5) Skala zur wahrgenommenen Authentizität

Die Items zur Skala der wahrgenommenen Authentizität des außerschulischen Lernangebotes stammen aus Engeln (2004) und wurden um das Item *Auth4* („Ich habe mich selbst in der Projektwoche/im Schülerlabor als Physiker:in wahrgenommen.“) ergänzt. Da es sich hier ebenfalls um eine Skala zur Beurteilung der Interventionen handelt, wird auch hier zur Itemanalyse die Stichprobe der Projektwoche herangezogen. Wie bereits bei der Erprobung des Erhebungsinstruments fällt auch in Tabelle 20 die niedrige Trennschärfe des Items *Auth4* auf. Da die Skala ohne das Item außerdem eine bessere interne Konsistenz aufweist, wird es für die Auswertung entfernt.

Tabelle 20: Itemanalyse zur Skala der wahrgenommenen Authentizität (fünfstufig Likert 1 bis 5, N=94)  $\alpha=0.66$ .

Item	Missing	M	SD	$r_{drop}$	$\alpha_{drop}$
Auth1	0%	4.79	0.44	0.43	0.65
Auth2	0%	4.45	0.86	0.68	0.44
Auth3	0%	4.51	0.80	0.57	0.53
Auth4	0%	2.97	1.28	0.33	0.77

Missing: relative Anzahl fehlender Werte, M: Mittelwert, SD: Standardabweichung,  $r_{drop}$ : Itemkorrelation mit der Skala ohne das Item (Trennschärfe),  $\alpha_{drop}$ : Cronbach's Alpha der Skala, unter Entfernung dieses Items.

---

## 7 Baselinestudie<sup>61</sup>

---

Ausgehend von den Erkenntnissen zu den Vorstellungen Jugendlicher über das Tätigkeitsspektrum in den Naturwissenschaften (s. Kapitel 3.2.2.3), sollen in diesem Kapitel die Vorstellungen von Schüler:innen zu den konkreten Tätigkeiten im physikalischen Forschungsalltag näher untersucht werden. Hierzu wird im Folgenden das Vorgehen in der Baselinestudie näher erläutert. Die gesammelten Erkenntnisse der Baselinestudie sind dabei in zweierlei Hinsicht nützlich. Zum einen stellen sie eine Bestandsaufnahme der Vorstellungen Jugendlicher zu den Tätigkeiten von Physiker:innen dar. Zum anderen dienen sie als Vergleichsdaten für die anschließenden Interventionsstudien. Prinzipiell wäre auch eine Erhebung der Baseline vor den Schülerlaborbesuchen denkbar gewesen. Um die Zeit an den Schülerlabortagen nicht durch zweimaliges Ausfüllen des Fragebogens übermäßig zu beschneiden, wurde sich jedoch gegen diese Variante entschieden. Außerdem wurde befürchtet, dass das Ausfüllen des Fragebogens vor dem Schülerlabortag bereits einen Einfluss auf die Vorstellungen der Schüler:innen zum Tätigkeitsspektrum in der Physik hat. Die Baseline-Erhebung sollte daher an einer eigenständigen, aber dennoch zum Schülerlabor möglichst ähnlichen Stichprobe stattfinden.

### 7.1 Forschungsfragen

Entsprechend der Darstellungen im Grundlagenteil werden folgenden Forschungsfragen mit entsprechenden Forschungshypothesen für die Baselinestudie aufgestellt.

#### **(F1.1) Welche Vorstellungen haben Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe zu dem Tätigkeitsspektrum von Forschenden in der Physik?**

Es wird davon ausgegangen, dass ein Großteil der Schüler:innen verkürzte und durch Stereotype geprägte Vorstellungen vom Arbeitsalltag in der Physik hat. Viele Tätigkeiten aus dem Tätigkeitsspektrum außerhalb der *Realistic* und Teilen der *Investigative* Dimension sind den meisten Schüler:innen dabei gar nicht bekannt.

---

<sup>61</sup> Teile dieses Kapitels wurden bereits in Kriegel und Spatz (2023b) veröffentlicht.

---

**(F1.2) Unterscheiden diese Schüler:innen zwischen der theoretischen und experimentellen Seite der Physik?**

Es wird davon ausgegangen, dass die Schüler:innen keine Unterscheidung in theoretische und experimentelle Physik bei der Beschreibung von Physiker:innen vornehmen. Sie legen vielmehr einen deutlichen Fokus auf experimentelle Tätigkeiten und unterschätzen damit die vielfältigen Berechnungs-, Simulations- und Programmieraktivitäten in der theoretischen Physik.

**(F1.3) Inwiefern unterscheiden sich die Vorstellungen der Schüler:innen von den Selbsteinschätzungen der Physiker:innen zu ihrem Arbeitsalltag?**

Es wird vermutet, dass die Schüler:innen nicht zwischen Statusgruppen und zwischen theoretischer und experimenteller Physik unterscheiden, sodass sich deren Einschätzung von der Selbsteinschätzung der Physiker:innen mitunter stark unterscheidet. Insbesondere bei experimentellen Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension und bei weniger stereotypischen Tätigkeiten in der *Social*, *Artistic*, *Conventional* und *Enterprising* Dimension werden deutliche Unterschiede erwartet.

**(F1.4) Wie zeichnen sich Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe in Bezug auf ihr individuelles Interesse an physikalischen Inhalten und Berufen sowie dem Schulfach und auf ihre Sichtweisen zum Image der Physik aus?**

Es wird angenommen, dass die Schüler:innen eher ein niedriges Interesse an physikalischen Inhalten zeigen. Besonders Mädchen sind weniger an Physik interessiert und bleiben auch in den Berufserwartungen im Bezug zur Physik hinter jenen der Jungen zurück.

## **7.2 Methode und Stichprobe**

Um die Forschungsfragen zur Baseline beantworten zu können, wurde der Fragebogen aus Kapitel 6 in SoSciSurvey (Leiner, 2019a) als Onlinefragebogen implementiert. Die Erhebung fand von März bis Juli 2023 statt. Aus forschungsökonomischen Gründen setzt sich die Stichprobe der Baseline aus zwei Gelegenheitsstichproben zusammen. Für die Erhebung konnten einerseits einige Lehrkräfte gewonnen werden, die sich bereit erklärten, den Fragebogen während des Schulunterrichts in ihren Schulklassen einzusetzen. Andererseits wurde zusätzlich anhand von Besuchsgruppen des „DLR\_School\_Lab TU Darmstadt“ (an

ganzen Schulklassen vor dem Besuch) erhoben. Die Stichprobe besteht dementsprechend aus Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe, die Schulen im Großraum Darmstadt besuchen. Damit die Baseline als Vergleichsstichprobe dienen kann, wurde der Erhebungszeitraum parallel zu jenen der Interventionsstudien gelegt. Insgesamt lagen Datensätze von  $N = 160$  Teilnehmenden vor. Vier Datensätze wurden im Zuge der Datenbereinigung aufgrund von zu schnellem Ausfüllen ( $T_{gesamt} < 4$  min und  $Time_{RSI} > 2$ ), ausschließlichen Kreuzen von „Ich weiß es nicht“ oder Kreuzen nach einem augenscheinlichen Muster entfernt (Leiner, 2019b). Somit verbleiben  $N = 156$  (m: 70, f: 83, k. A. : 3) nutzbare Datensätze für die Analyse. Die Schüler:innen der Stichprobe gaben nahezu alle an, ein Gymnasium zu besuchen ( $N_{G8} = 25, N_{G9} = 129$ ). Lediglich zwei Teilnehmende gaben an, eine Gesamtschule zu besuchen.<sup>62</sup> Die Teilnehmenden sind gleichmäßig auf die Jahrgänge verteilt und im Durchschnitt etwa 15 Jahre alt (s. Tabelle 21). Sie haben dadurch je nach Jahrgangsstufe zwischen einem und vier Jahren Physikunterricht besucht.

Tabelle 21: Stichprobe der Baselinestudie.

Jahrgangsstufe	N	Geschlecht		Alter in Jahren Mittelwert $\pm$ SD	Schulnote Physik Mittelwert $\pm$ SD
		männlich	weiblich		
acht	57	22	33	13.91 $\pm$ 0.51	2.73 $\pm$ 0.99
neun	32	19	13	15.31 $\pm$ 0.47	2.56 $\pm$ 1.05
zehn	67	29	37	15.90 $\pm$ 0.68	2.67 $\pm$ 1.15
Gesamt	156	70	83	15.05 $\pm$ 1.06	2.67 $\pm$ 1.07

## 7.3 Ergebnisse

### 7.3.1 Motivationale und affektive Aspekte

Zunächst ist festzuhalten, dass sich die Schüler:innen aller Jahrgangsstufen durch ein mittleres, bis niedriges Level an Sach- und Fachinteresse an Physik auszeichnen (s. Tabelle 22) Auch die Beliebtheit des Schulfaches Physik liegt im mittleren Bereich ( $M_{LFP_h} = 3.01, SD = 1.32$ ).

<sup>62</sup> Da immer in ganzen Schulklassen erhoben wurde, ist davon auszugehen, dass die betreffenden Teilnehmenden hier versehentlich eine falsche Angabe gemacht haben.

Tabelle 22: Mittelwerte und Standardabweichungen zum Sach-, Fachinteresse und zur Fachbeliebtheit in Physik für die Subgruppen männlich und weiblich sowie Jahrgänge acht, neun und zehn der Baseline (von 1: „stimme nicht zu“ bis 5: „stimme völlig zu“).

<b>Geschlecht/ Jahrgangsstufe</b>	<b>Sachinteresse Mittelwert ± SD</b>	<b>Fachinteresse Mittelwert ± SD</b>	<b>Fachbeliebtheit Physik Mittelwert ± SD</b>
<b>Männlich</b>	2.64 ± 1.09	3.42 ± 0.88	3.48 ± 1.29
<b>Weiblich</b>	2.08 ± 0.98	2.81 ± 0.99	2.61 ± 1.23
<b>Acht</b>	2.32 ± 1.06	3.01 ± 0.94	3.07 ± 1.32
<b>Neun</b>	2.45 ± 1.14	3.47 ± 0.93	3.44 ± 1.05
<b>Zehn</b>	2.32 ± 1.07	3.0 ± 1.02	2.76 ± 1.39
<b>Gesamt</b>	<b>2.35 ± 1.08</b>	<b>3.10 ± 0.98</b>	<b>3.01 ± 1.32</b>

Die Mädchen zeichnen sich dabei in beiden Komponenten des individuellen Interesses an Physik und der Beliebtheit des Faches durch signifikant niedrigere Werte als die Jungen aus (s. Tabelle 23). Dabei liegt die Effektstärke beim Sachinteresse im kleinen und beim Fachinteresse und der Fachbeliebtheit im mittleren Bereich. Außerdem haben Schüler:innen der neunten Jahrgangsstufe insgesamt höhere Werte in diesen drei Komponenten.

Tabelle 23: Mann-Whitney-U Test-Statistik zum Vergleich von Jungen und Mädchen in Bezug zum Fach-, Sachinteresse und zur Fachbeliebtheit der Physik (korrigierte p-Werte, Methode: Bonferroni-Holm).

<b>Vergleichsgruppe</b>	<b>Sachinteresse</b>	<b>Fachinteresse</b>	<b>Fachbeliebtheit Physik</b>
<b>Jungen/Mädchen</b>	r = 0.26 Z = -3.24 p = 0.001	r = 0.31 Z = -3.78 p < 0.001	r = 0.32 Z = -3.98 p < 0.001

Die Effektstärke wird als Korrelationskoeffizient „r“ angegeben und nach Cohen (1992) in  $r < 0.30 \rightarrow$  *klein*;  $0.30 \leq r < 0.50 \rightarrow$  *mittel*;  $r \geq 0.50 \rightarrow$  *groß* eingeteilt.

Nachfolgend sind die Mittelwerte der Baseline für die einzelnen Items zum Image der Physik als Wissenschaft (Abb. 15) und als Unterrichtsfach (Abb. 16) nach Geschlechtern getrennt aufgetragen. Das Image wird im Mittel von den Schüler:innen im neutralen bis leicht positiven Bereich bewertet, wobei das Image der Physik als Wissenschaft ( $M_{IPW\_gesamt} = 3.89, SD = 0.82$ ) positiver ist als jenes des Unterrichtsfaches ( $M_{IPU\_gesamt} = 3.41, SD = 0.75$ ).

### Image Physik-Wissenschaft

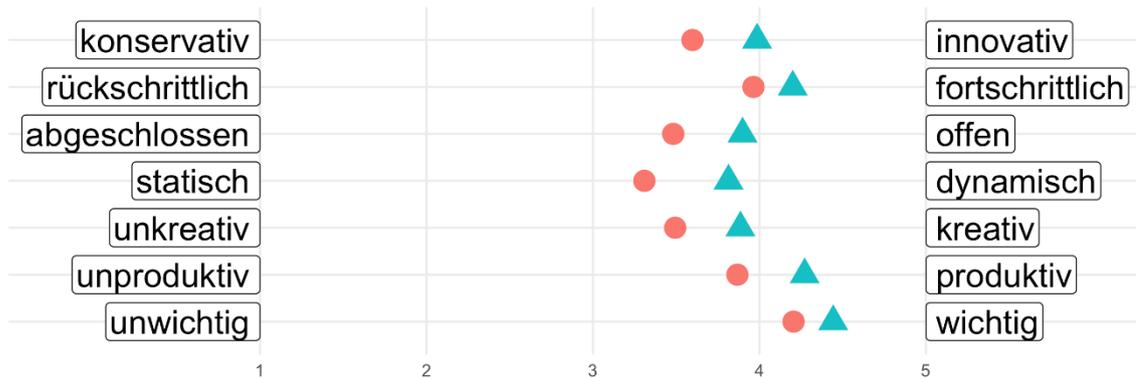


Abb. 15: Mittelwerte für das Image der Physik als Wissenschaft (von unten: *IPW1* bis oben: *IPW7*) aufgetragen für Mädchen (Kreis) und Jungen (Dreieck).

### Image Physik-Unterricht

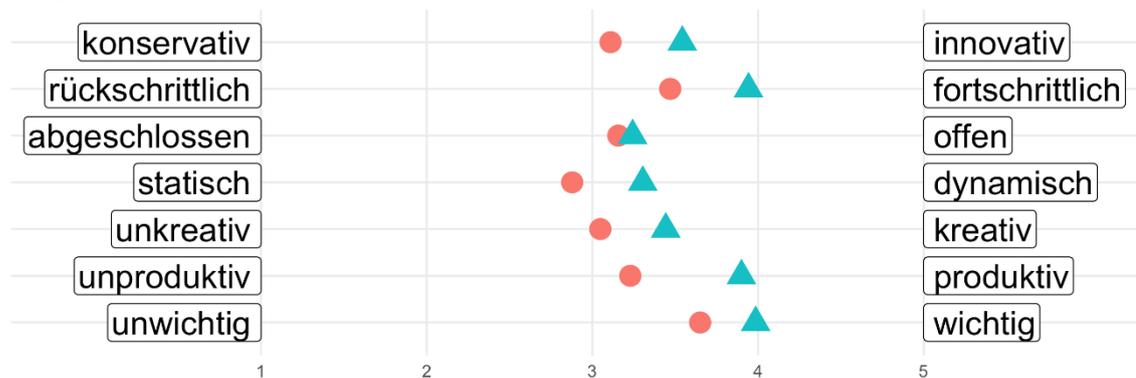


Abb. 16: Mittelwerte für das Image der Physik als Unterrichtsfach (von unten: *IPU1* bis oben: *IPU7*) aufgetragen für Mädchen (Kreis) und Jungen (Dreieck).

Es ist ersichtlich, dass die Mädchen sowohl die Physik als Wissenschaft, als auch das Schulfach negativer bewerten als die Jungen. Dieser Unterschied ist dabei beim Schulfach und der Wissenschaft signifikant, mit kleiner Effektstärke, wobei das Schulfach leicht stärker polarisiert (Tabelle 24).

Die Items *IPU1/IPW1* (wichtig – unwichtig) werden insgesamt auf beiden Skalen am höchsten von den Teilnehmenden bewertet ( $M_{IPU1} = 3.82, SD = 1.10, M_{IPW1} = 4.33, SD = 1.01$ ). Jungen und Mädchen unterscheiden sich in dieser Einschätzung nicht signifikant voneinander.

Tabelle 24: Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Unterschieden von Mädchen und Jungen hinsichtlich deren Einschätzung zum Image der Physik (r: Effektstärke, Z-Statistik und p: Signifikanzniveau).

Image Physik als Wissenschaft (Vergleich von Jungen und Mädchen)							
IPW1	IPW2	IPW3	IPW4	IPW5	IPW6	IPW7	Gesamt
n.s.	r = 0.19 Z = -2.41 p = 0.016	n.s.	r = 0.24 Z = -2.99 p = 0.003	r = 0.18 Z = -2,28 p = 0.022	n.s.	r = 0.19 Z = -2.41 p = 0.016	r = 0.22 Z = -2.76 p = 0.006
Image Physik als Unterrichtsfach (Vergleich von Jungen und Mädchen)							
IPU1	IPU2	IPU3	IPU4	IPU5	IPU6	IPU7	Gesamt
n.s.	r = 0.32 Z = -3.91 p < 0.001	r = 0.16 Z = -1.97 p = 0.049	r = 0.21 Z = -2.59 p = 0.010	n.s.	r = 0.26 Z = -3.25 p = 0.001	r = 0.21 Z = -2.64 p = 0.008	r = 0.28 Z = -3.51 p < 0.001

Die Effektstärke wird als Korrelationskoeffizient „r“ angegeben und nach Cohen (1992) in  $r < 0.30 \rightarrow$  *klein*;  $0.30 \leq r < 0.50 \rightarrow$  *mittel*;  $r \geq 0.50 \rightarrow$  *groß* eingeteilt.

### 7.3.2 Berufskennntnis

#### Quantitative Ergebnisse

Von den Schüler:innen geben knapp 40 Prozent an (N= 59), eine Person aus dem persönlichen Umfeld zu kennen, die als Physiker:in arbeitet. 60 Prozent (N = 95) geben an, keine persönlichen Bezüge zu haben (zwei Teilnehmende machen keine Angabe hierzu). Dabei schätzen die Schüler:innen insgesamt ihre Kenntnisse zu den Tätigkeiten von Physiker:innen eher mittel bis gering ein ( $M_{BKX3} = 2.25, SD = 1.01$ ). Lediglich zwei Schüler:innen geben an, viel über das Tätigkeitsspektrum in der Physik zu wissen. Wie Tabelle 25 zu entnehmen ist, gilt diese Selbsteinschätzung für alle Jahrgänge gleichermaßen. Interessanterweise geben die Jungen an, mehr über die Tätigkeiten von Physiker:innen zu wissen als die Mädchen.

Tabelle 25: Mittelwerte und Standardabweichungen zur Selbsteinschätzung der Schüler:innen (getrennt nach Jahrgang und Geschlecht) bezüglich der eigenen Kenntnis zu Tätigkeiten von Physiker:innen (von 1: wenig“ bis 5: „viel“).

	Jahrgang 8	Jahrgang 9	Jahrgang 10	Jungen	Mädchen
	Mittelwert ± SD	Mittelwert ± SD	Mittelwert ± SD	Mittelwert ± SD	Mittelwert ± SD
<b>Selbsteinschätzung Berufskennntnis (BKX3)</b>	2.19 ± 1.03	2.28 ± 1.05	2.28 ± 0.98	2.54 ± 1.11	1.99 ± 0.85

Im Folgenden sind die Einschätzungen der Schüler:innen der Klassenstufen acht bis zehn zu den Tätigkeiten von Physiker:innen im SFB 1245 dargestellt (Abb. 17). Da nur 20 Schüler:innen die Möglichkeit genutzt haben, den Abschnitt zu den Tätigkeiten ein zweites Mal auszufüllen und sich die Antworten nicht wesentlich von denen beim ersten Ausfüllen unterschieden haben, sind die Daten des zweiten Ausfüllens nicht in den Boxplots inbegriffen.<sup>63</sup>

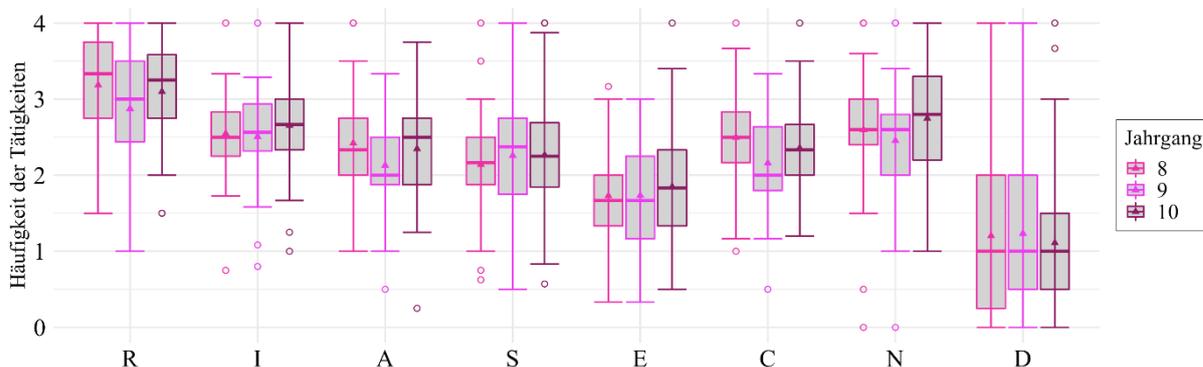


Abb. 17: Boxplots zu den Vorstellungen der Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik, aufgetragen nach den RIASEC+N Dimensionen sowie den Distraktoren (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

Die Schüler:innen von allen drei Jahrgangsstufen bewerten Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension am höchsten ( $M_{R,8} = 3.19, SD = 0.69; M_{R,9} = 2.88, SD = 0.79; M_{R,10} = 3.1, SD = 0.63$ ). Außerdem scheinen die Schüler:innen die Distraktoren zu erkennen, da sie diese im Mittel am geringsten bewerten ( $M_{D,8} = 1.2, SD = 1.0; M_{D,9} = 1.23, SD = 1.01; M_{D,10} = 1.11, SD = 0.87$ ). Alle anderen Dimensionen werden von den Schüler:innen relativ ähnlich in der Mitte der Skala bewertet, wobei Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* und *Networking* Dimension etwas höher und jene der *Enterprising* Dimension etwas niedriger bewertet werden. Gleichzeitig unterscheiden sich die durchschnittlichen Antworten zwischen den Jahrgängen nur marginal, weswegen sie für die weiteren Betrachtungen zusammengefasst werden. Auch liegt kein wesentlicher Unterschied in den Antworten der Jungen und Mädchen vor.

<sup>63</sup> Die Schüler:innen kreuzen beim zweiten Ausfüllen entweder sehr ähnlich an, wie beim ersten Ausfüllen oder kreuzen nach einem augenscheinlichen Muster an. Es wird daher angenommen, dass diese Schüler:innen die Filterfrage, ob sie den Abschnitt ein weiteres Mal ausfüllen möchten, versehentlich bejahten.

Insgesamt betrachtet fällt die relativ breite Streuung der Daten auf. Dazu passend, sind in Tabelle 26 die relativen Häufigkeiten von „Ich weiß es nicht“-Antworten in den verschiedenen RIASEC+N Dimensionen aufgetragen. In der *Realistic* Dimension gibt es nur einen geringen Prozentsatz von entsprechenden Antworten zwischen zwei und sechs Prozent. In allen anderen Dimensionen sowie bei den Distraktoren liegt der relative Anteil dieser Antwortoption höher und dabei bis zu 21 Prozent. Die Schüler:innen der zehnten Jahrgangsstufe wählen in allen Dimensionen am seltensten die Antwortoption „Ich weiß es nicht“.

Tabelle 26: Relative Häufigkeit der „Ich weiß es nicht“-Antworten von Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe in den RIASEC+N Dimensionen.

RIASEC+N Dimension	Jahrgang 8	Jahrgang 9	Jahrgang 10
<i>Realistic</i>	6 %	4 %	2 %
<i>Investigative</i>	11 %	15 %	7 %
<i>Artistic</i>	8 %	13 %	3 %
<i>Social</i>	11 %	21 %	8 %
<i>Enterprising</i>	13 %	18 %	7 %
<i>Conventional</i>	16 %	17 %	9 %
<i>Networking</i>	8 %	14 %	4 %
<i>Distraktor</i>	14 %	16 %	10 %

In Abb. 18 sind die Antworten aller Schüler:innen der Baseline (N=156) im Vergleich zu den Antworten der Doktorand:innen und Post-Doktorand:innen (N=16) sowie Professor:innen (N=5) der experimentellen Physik aus der Vorstudie aufgetragen. Zunächst fällt auf, dass die Schüler:innen Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen höher bewerten als die Forschenden mit Ausnahme von der *Social* und *Enterprising* Dimension für Professor:innen. Vergleicht man lediglich die Mittelwerte und vernachlässigt die Überbewertung von allen Dimensionen, so lässt sich eine Ähnlichkeit der Profile der Schülervorstellungen und der Doktorand:innen und Post-Doktorand:innen feststellen.

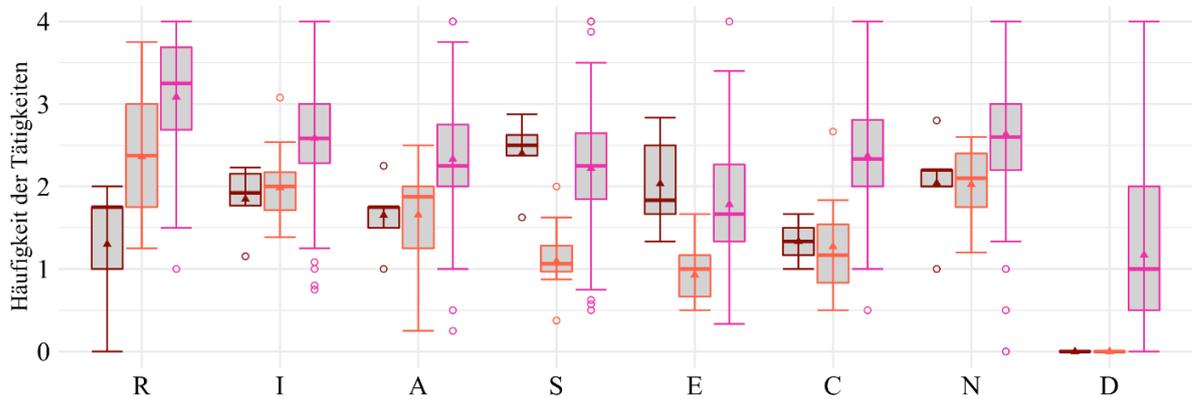


Abb. 18: Vergleich der Antworten von Schülerinnen der Baseline Studie (rechts) mit den Antworten von (Post-)Doktorand:innen (Mitte) und Professor:innen (links) der experimentellen Physik über die RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

In der nachfolgenden Abbildung werden die Antworten der Schüler:innen (N=156) mit jenen der (Post)-Doktorand:innen (N=25) und Professor:innen (N=6) der theoretischen Physik verglichen (s. Abb. 19). Im Vergleich zu den Forschenden überschätzen die Schüler:innen die Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* ( $M_{R,Baseline} = 3.08, SD = 0.69$ ;  $M_{R,(Post)Doc,theo} = 0.16, SD = 0.39$ ;  $M_{R,Prof,theo} = 0.33, SD = 0.61$ ) und der *Conventional* ( $M_{C,Baseline} = 2.37, SD = 0.62$ ;  $M_{C,(Post)Doc,theo} = 0.3, SD = 0.25$ ;  $M_{C,Prof,theo} = 0.78, SD = 0.39$ ) Dimension deutlich. Auch hier werden Tätigkeiten von Professor:innen innerhalb der *Social* und *Enterprising* Dimension unterschätzt. Auch ist auffällig, dass die Antworten der Schüler:innen und Forschenden der theoretischen Physik im Vergleich zu den anderen Dimensionen in der *Investigative* Dimension ( $M_{I,Baseline} = 2.58, SD = 0.56$ ;  $M_{I,(Post)Doc,theo} = 2.24, SD = 0.44$ ;  $M_{I,Prof,theo} = 2.47, SD = 0.49$ ) nur wenig auseinanderliegen.

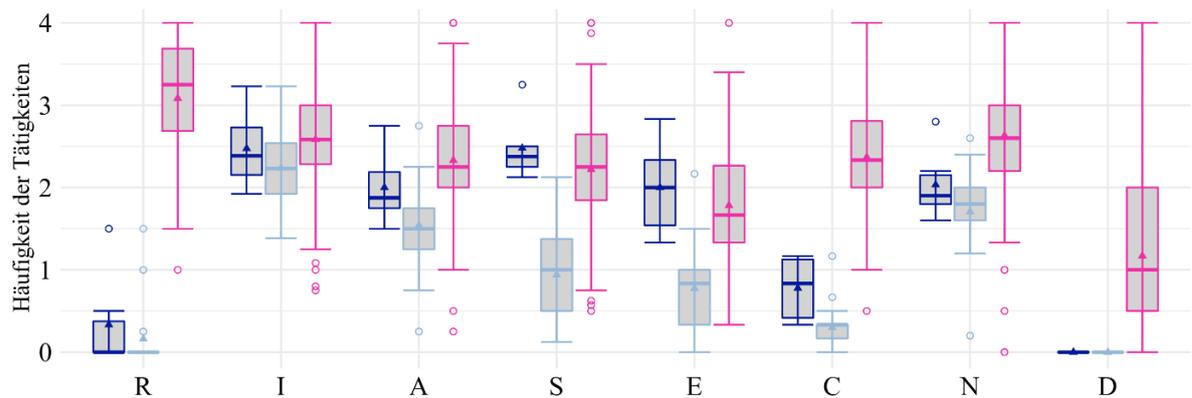


Abb. 19: Vergleich der Antworten von Schülerinnen der Baseline Studie (rechts) mit den Antworten von (Post-)Doktorand:innen (Mitte) und Professor:innen (links) der theoretischen Physik über die RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

---

## Qualitative Ergebnisse

Einen ersten Einblick in die qualitativen Daten liefert die Anzahl der Tätigkeiten, die in dem Freitextfeld genannt wurden. In Tabelle 27 findet sich die Anzahl an Schüler:innen der Baseline, die eine entsprechende Anzahl an Tätigkeiten auf die einleitende Phrase „Ein:e Physiker:in beschäftigt sich damit ...“ angegeben haben.

Tabelle 27: Anzahl an Schüler:innen der Baseline, die eine entsprechende Anzahl an Tätigkeiten von Physiker:innen in dem Freitextfeld erwähnt haben.

Anzahl der erwähnten Tätigkeiten	0	1	2	3	4	5	6	7
Anzahl an Schüler:innen	39	55	21	22	12	6	-	1

Zunächst ist festzuhalten, dass die Antworten der Schüler:innen im Freitextfeld sehr heterogen hinsichtlich ihrer Qualität und Quantität sind. Im Durchschnitt fallen die Antworten mit  $M = 1.59$  genannten Tätigkeiten pro Schüler:in dabei sehr kurz aus. Ein Viertel der Schüler:innen ( $N=39$ ) nennt hierbei gar keine Tätigkeiten. Diese Schüler:innen geben entweder Antworten, die keine Tätigkeiten enthalten, wie beispielsweise „keine Ahnung“ (Case 905)<sup>64</sup>, „Physik“ (Case 973) oder „Langweilig ...“ (Case 955) oder sie geben gar keine Antwort. Teilweise werden hier auch themenbezogene Antworten gegeben, wie „weiss [sic] ich nicht genau, aber eventuell mit so Elektrizität“ (Case 903), „Mit der Schwerkraft und so“ (Case 948) oder „sich mit dem Universum und ihren [sic] Kräften beschäftigen“ (Case 380). Offensichtlich falsche Tätigkeiten wurden ebenfalls codiert, aber nicht in Tabelle 27 als Tätigkeiten aufgenommen (z. B. Case 952 „Er blitzt Autos“). Gleichzeitig gibt es aber auch einige Schüler:innen, die ausführliche Antworten mit mehreren Tätigkeiten geben wie beispielsweise „experimentieren, viel theoretische Themen recherchieren bzw [sic] erforschen, sich mit kollegen [sic] austauschen, an der eigenen These arbeiten, vorherige experimenten [sic] (von anderen und eigene) analysieren“ (Case 828) oder „Experimente, Experimente ausdenken und auswerten, Wissenschaftliche Arbeiten schreiben...“ (Case 602).

Um zu verstehen, welche Tätigkeitsbereiche die Schüler:innen als wesentlich für die Arbeit von Physiker:innen ansehen, wurden, entsprechend dem in Abschnitt 7.2 beschriebenen Vorgehen,

---

<sup>64</sup> Case stellt eine Laufvariable in SoSciSurvey dar, mit der ausgefüllte Fragebögen eindeutig zuordenbar sind. Da in diesem Projekt mehrere Studien parallel durchgeführt wurden, lässt die Größe der Case-Variable keine Rückschlüsse auf die Stichprobe zu.

die Äußerungen aus den Freitextfeldern nach den RIASEC+N Dimensionen codiert. Um einen Überblick über die gesamte Stichprobe zu erhalten, ist in Tabelle 28 die Anzahl der von den Schüler:innen genannten Tätigkeiten aufsummiert, die zu der entsprechenden RIASEC+N Dimension zugeordnet werden konnte.

Tabelle 28: Anzahl an von Schüler:innen genannten Tätigkeiten, die einer RIASEC+N Dimension zugeordnet werden konnten.

Dimension	R	I	A	S	E	C	N
Summe der genannten Tätigkeiten	71	155	1	7	-	-	6

Es ist ersichtlich, dass sich die Schüler:innen in ihren Antworten auf Tätigkeiten fokussieren, die dem Bereich der *Realistic* (71 genannte Tätigkeiten) und *Investigative* Dimension (155 Tätigkeiten) zuzuordnen sind. Dabei werden Tätigkeiten, die der *Investigative* Dimension zugeordnet wurden, insgesamt durch sehr kurze Antworten beschrieben. Die Tätigkeit „Forschen“<sup>65</sup> wird in dieser Dimension mit 51 Nennungen am häufigsten genannt, gefolgt von „Rechnen“<sup>66</sup> mit 23 Nennungen. Deutlich seltener (13 Nennungen) werden Tätigkeiten genannt, die einen Bezug zu theoretischen Arbeitsweisen haben (z. B. „Gleichungen lösen, Theorie aufstellen ...“ Case 900). Lediglich viermal werden Tätigkeiten genannt, die einen Bezug zum Simulieren oder Programmieren haben (z. B. „... Theorien prüfen, Simulationen“ Case 580). Die Tätigkeit, die insgesamt am häufigsten vorkommt, ist das „Experimentieren“<sup>67</sup> mit 62 Nennungen, welche der *Realistic* Dimension zugeordnet werden kann. In den übrigen Dimensionen finden sich nur wenige Tätigkeiten. So lässt sich nur eine genannte Tätigkeit („Graphiken erstellen“ Case 585) zur *Artistic* Dimension, jedoch sieben zur *Social* Dimension (z. B. „andere lehren“ Case 899) und sechs zur *Networking* Dimension („an ... Veranstaltungen teilnehmen und ihre Projekte vorstellen“ Case 585) zuordnen. Zur *Enterprising* und *Conventional* Dimension konnte keine der genannten Tätigkeiten zugeordnet werden.

<sup>65</sup> Wortbruchstück im Wort Explorer in MAXQDA „forsch“ zum Filtern nach z. B. „erforschen“, „forschen“ oder „Forschungen“.

<sup>66</sup> Wortbruchstück im Wort Explorer in MAXQDA „rechn“ zum Filtern nach z. B. „rechnen“, „berechnen“ oder „Rechnungen“.

<sup>67</sup> Wortbruchstück im Wort Explorer in MAXQDA „experi“ zum Filtern nach z. B. „experimentieren“ oder „Experimente machen“.

Im Freitextfeld nach dem quantitativen Abschnitt zu den Tätigkeiten konnten die Schüler:innen die beschriebene Person näher spezifizieren. Der Großteil der Schüler:innen (N=104) nutzt diese Möglichkeit nicht. Viele der Schüler:innen, die hier eine Antwort geben, nennen ihre Lehrkraft (20 Nennungen), „Albert Einstein“ (19 Nennungen) oder andere berühmte Physiker:innen wie „Isaac Newton“ (acht Nennungen) oder „Nikola Tesla“ (drei Nennungen). Einige Schüler:innen geben hier auch mehrere Personen als Beschreibung an. Lediglich ein:e Schüler:in erwähnt hier Physiker:innen aus unterschiedlichen Bereichen, wie beispielsweise der Experimentalphysik („Astrophysiker, Kernphysiker, Medizinischer Physiker, Experimentalphysiker ...“ Case 595). Ebenfalls nur einmal wird eine weibliche Person („Marie Curie“ Case 378) beschrieben.

### 7.3.3 Berufswahl und -interesse

Die Einstellungen der Schüler:innen zu den Naturwissenschaften als zukünftiges Berufsfeld sind in folgender Tabelle dargestellt. Es zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler gleichermaßen einem Beruf aus dem Bereich der Naturwissenschaften neutral gegenüberstehen (Tabelle 29). Werden sie jedoch explizit nach der Physik als zukünftiges Berufsfeld gefragt, lehnen die Mädchen dies im Mittel eher ab (BO5/BO6). Im Bezug zur Physik zeigen die Jungen dabei eine mit kleinem Effekt signifikant höhere ( $p_{BO6} = 0.003, Z = -2.94, r = 0.24$ ;  $p_{BO5} = 0.005, Z = -2.78, r = 0.22$ ), wenngleich im Mittel ebenfalls neutrale Berufswahlintention.

Tabelle 29: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Items BO3-BO6 in der Skala zur Berufswahlintention für Jungen und Mädchen der Baseline (inverse Items (\*) bereits umgepolt, daher bei 1: völlige Ablehnung und 5: völlige Zustimmung).

	Berufswahlintention				Gesamt
	Berufswahlintention Naturwissenschaften Mittelwert ± SD		Berufswahlintention Physik Mittelwert ± SD		
	BO3*	BO4*	BO5*	BO6*	
<b>Jungen</b>	3.13 ± 1.35	3.29 ± 1.49	3.11 ± 1.43	3.19 ± 1.47	3.18 ± 1.23
<b>Mädchen</b>	3.05 ± 1.13	3.07 ± 1.46	2.46 ± 1.41	2.48 ± 1.42	2.77 ± 1.30

Um das Berufsinteresse an den konkreten Tätigkeiten von Physiker:innen zu erfassen, wurde für je zwei Items aus den RIASEC+N Dimensionen abgefragt, wie sehr die Schüler:innen daran interessiert sind, diese Tätigkeiten im späteren Beruf auszuführen (Abb. 20). Es zeigt sich, dass

beide Geschlechter ein mittleres bis geringes Interesse an den Tätigkeiten von Physiker:innen angeben. Allerdings zeigt sich auch hier eine große Streuung der Daten. Lediglich die Mädchen erreichen im Mittel in der *Social* Dimension Werte über zwei, womit sie leicht in Richtung positivem Interesse tendieren ( $M_{BI,Mädchen,S} = 2.05, SD = 1.09$ ). Auch die Jungen geben an, an Tätigkeiten innerhalb dieser Dimension am interessiertesten zu sein ( $M_{BI,Jungen,S} = 1.86, SD = 1.25$ ). Neben Tätigkeiten der *Social* Dimension sind die Mädchen an Tätigkeiten der *Artistic* Dimension stärker interessiert als die Jungen. Für Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* und *Investigative* Dimension gilt das Gegenteil. Hier geben die Jungen ein größeres Interesse an. Die *Investigative* Dimension ist dabei für Mädchen ( $M_{BI,Mädchen,I} = 1.04, SD = 1.12$ ) und die *Artistic* Dimension für Jungen am wenigsten interessant  $M_{BI,Jungen,A} = 1.21, SD = 0.96$ ).

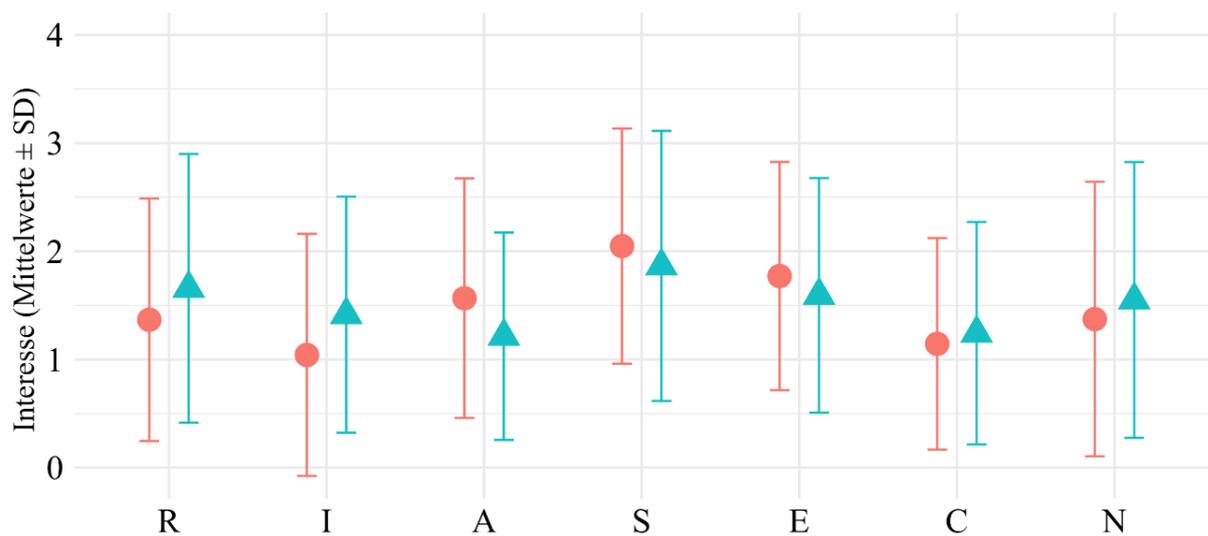


Abb. 20: Mittelwerte und Standardabweichungen für das Berufsinteresse der Schülerinnen (Kreis) und Schüler (Dreieck) an Tätigkeiten von Physiker:innen in den RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

#### 7.4 Diskussion und Limitationen

Zunächst ist festzuhalten, dass die Ergebnisse die Erkenntnisse aus vorherigen Studien unterstützen. Bezogen auf die motivationalen Aspekte des Lernens zeigt sich, dass die Mädchen deutlich weniger an physikalischen Themen interessiert sind als die Jungen. Auch das Schulfach Physik ist bei den Mädchen deutlich weniger beliebt, was die Ergebnisse von Weßnigk (2013) bestätigt (auch so in Jansen et al., 2013). Beim Image zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Mädchen bewerten insbesondere das Image der Physik als Unterrichtsfach deutlich negativer als die Jungen. Gleiches gilt für die Einschätzung zum Image der Physik als Wissenschaft. Auch hier

---

bewerten die Jungen die Physik deutlich positiver. Insgesamt wird die Physik als Wissenschaft deutlich positiver eingeschätzt als das Unterrichtsfach (auch so in Weißnigk, 2013). Interessanterweise wird dabei die Physik als Wissenschaft und als Unterrichtsfach von Mädchen und Jungen gleichermaßen als wichtig und dennoch nicht als übermäßig interessant eingeschätzt, womit das Statement „important but not for me“ von Jenkins und Nelson (2005) auch für die vorliegende Stichprobe als zutreffend angesehen werden kann. Außerdem wird die Physik als Wissenschaft von den Schüler:innen im Mittel eher als kreativ angesehen, was zumindest im Hinblick auf die Erkenntnisse der NOS Forschung ein konträres Ergebnis darstellt (vgl. Abschnitt 3.2.) Allerdings ist hier anzumerken, dass die Schüler:innen die Physik anhand des semantischen Differentials von un kreativ bis kreativ bewerten sollten. Ob die Schüler:innen diesen Aspekt auch auf die Metaebene der Natur der Naturwissenschaften übertragen und annehmen, dass auch im aktiven Forschungsprozess viel Kreativität notwendig ist, kann hieran nicht festgemacht werden. Die Hypothese zur Forschungsfrage (F1.4) kann somit zum Großteil bestätigt werden. Die Schüler und insbesondere die Schülerinnen sind eher mäßig an Physik und Physikunterricht interessiert. Passend hierzu genießt der Physikunterricht ein schlechteres Image als die Wissenschaft. Als positiv zu werten ist dennoch, dass die Schüler:innen die Physik als besonders wichtig wahrnehmen.

Bezüglich der Berufskennntnis deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die befragten Schüler:innen unabhängig von der besuchten Jahrgangsstufe, wenn überhaupt, nur undifferenzierte Vorstellungen über den Arbeitsalltag von Forschenden in der Physik haben, da sie alle Tätigkeiten etwa im mittleren Bereich der Skala bewerten. Die zentrale Tendenz der Antworten, die bereits in der Erprobung des Testinstruments gefunden wurde, kann hier nach Döring und Bortz (2016) auf die relative Unwissenheit über den Gegenstand der Befragung interpretiert werden. Die Schüler:innen scheinen aufgrund der hohen Prozentzahlen von „Ich weiß es nicht“-Antworten allerdings dabei insgesamt relativ unsicher in ihren Einschätzungen zu sein. Gleichzeitig scheinen sie das Berufsfeld Physik von anderen Berufsfeldern abgrenzen zu können, da sie die Distraktoren deutlich niedriger bewerten als die anderen Dimensionen. Interessanterweise unterscheiden sich die Antworten von Jungen und Mädchen dabei nur wenig, obwohl die Jungen in ihrer Selbsteinschätzung zur Berufskennntnis angeben, mehr über den Arbeitsalltag in der Physik zu wissen. Gleichzeitig zeigt sich eine Überschätzung der experimentellen Seite in den Antworten der Schüler:innen, da sie die *Realistic* Dimension am höchsten bewerten. Außerdem zeigt sich eine relative Ähnlichkeit zwischen den Vorstellungen der Schüler:innen und der Selbstwahrnehmung von (Post)-Doktorand:innen der

---

experimentellen Physik. Die Schüler:innen scheinen also bei der Tätigkeitsbeschreibung von Physiker:innen unbewusst eher an Personen aus der experimentellen als aus der theoretischen Physik zu denken. Da sie keine diesbezügliche Spezifikation der beschriebenen Person vornehmen, ist davon auszugehen, dass der Fokus auf die Tätigkeiten der experimentellen Physik in den Beschreibungen intuitiv geschieht. Bezieht man den Vergleich mit den Tätigkeitsprofilen von Theoretiker:innen mit ein, so bestätigt sich dieser Umstand. Insbesondere die beruflichen Tätigkeiten von theoretischen Physiker:innen werden also von den Schüler:innen unzureichend beschrieben, was sich auch in dem Anteil der "Ich weiß es nicht"-Antworten widerspiegelt. Tätigkeiten der theoretischen Physik innerhalb der *Investigative* Dimension werden öfter mit „Ich weiß es nicht“ beantwortet als experimentelle Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension. Auch die qualitativen Daten zeigen, dass die Vorstellungen der Schüler:innen stark von experimentellen Tätigkeiten geprägt sind, da „Experimentieren“ die am häufigsten genannte Tätigkeit ist. Nur selten werden hingegen typische Tätigkeiten der theoretischen Physik wie das Simulieren oder Programmieren genannt. Gleichzeitig werden am dritthäufigsten Berechnungstätigkeiten von den Schüler:innen als Antworten gegeben, was die Befunde von Krey (2012) unterstützt, wonach Schüler:innen die Physik durch einen starken Mathematikbezug charakterisieren. Daneben spiegeln die Freitextantworten auch die relative Unsicherheit der Schüler:innen, die sich in der großen Anzahl an „Ich weiß es nicht“-Antworten zeigt, wider. Zahlreiche kurze Antworten mit verallgemeinernden Tätigkeiten wie beispielsweise „forschen“ zeigen, dass viele Schüler:innen wenig bis keine konkreten Vorstellungen zum Arbeitsalltag in der Physik besitzen. So nennen weniger als 20 Jugendliche mehr als drei Tätigkeiten. Auch die Antworten zur Spezifizierung der beschriebenen Person zeigen, dass, wenn sie hier überhaupt eine Antwort geben, die Schüler:innen zahlreiche Eigenschaften und Tätigkeiten unter „Physiker:innen“ subsumieren. So nennen zahlreiche Schüler:innen hier ihre Lehrkraft als die beschriebene Physiker:in, nennen aber gleichzeitig keine Lehrtätigkeiten. Andere nennen in dem Freitextfeld einen, wenn nicht den bekanntesten theoretischen Physiker „Albert Einstein“, listen aber keine Tätigkeiten mit Bezug zur Arbeit mit Theorien auf. Die Schüler:innen nutzen hier scheinbar ihnen bekannte oder berühmte Stellvertreter des Faches Physik<sup>68</sup>, ohne genaue Kenntnis über deren tatsächliche Tätigkeiten zu besitzen. Die Annahme von Höttecke (2001), dass sich die Vorstellungen von Schüler:innen

---

<sup>68</sup> Sehr selten auch Stellvertreterinnen.

---

als Konglomerat vieler verschiedener Stereotype darstellen (s. Abschnitt 3.2.1), kann also auch hier nachgewiesen werden. Somit lassen sich auch die Hypothesen zu den Forschungsfragen F1.1 und F1.2 bestätigen.

Nicht zuletzt nehmen die Schüler:innen keine Unterscheidung zwischen Professor:innen und (Post-) Doktorand:innen vor. Einerseits wurden in den Freitextfeldern keine Professor:innen erwähnt, andererseits bewerten die Schüler:innen die *Enterprising* Dimension am geringsten und unterschätzen damit die Wichtigkeit von Managementtätigkeiten von Professor:innen in der heutigen Forschung (vgl. auch Wentorf et al., 2015). Im Vergleich zu den Tätigkeitsprofilen von Professor:innen in der theoretischen und der Experimentalphysik vernachlässigen sie auch die Bedeutung von Tätigkeiten innerhalb der *Social* Dimension, wie das Unterrichten und Betreuen von Studierenden oder das Halten von Vorlesungen. Auch diese Tatsache findet sich erneut in den Freitextantworten. Dadurch, dass keine Tätigkeiten aus der *Enterprising* und *Conventional* Dimension und nur wenige aus der *Social* Dimension genannt werden, vernachlässigen die Schüler:innen wesentliche Tätigkeitsbereiche von Professor:innen, was zeigt, dass sie keine differenzierten Vorstellungen zum Forschungsalltag besitzen. Ferner zeigen sich keine Unterschiede zwischen den quantitativen Antworten der Jahrgangsstufen. Außerdem geben ältere Schüler:innen in den Freitextfeldern keine differenzierteren Antworten und haben gleichzeitig geringere Prozentsätze bei den „Ich weiß es nicht“-Antworten in allen Dimensionen, was die Vermutung nahelegt, dass zum einen der Physikunterricht in der Schule die vielfältigen Tätigkeiten in der modernen physikalischen Forschung noch nicht thematisiert und zum anderen, dass ältere Schüler:innen mehr Vertrauen in ihr Wissen um die Tätigkeiten von Physiker:innen haben, wenngleich deren Wissen auch hier noch stereotypisch und lückenhaft ist.

Die vorliegende Studie bestätigt dementsprechend die Ergebnisse vorheriger Studien, wonach Schüler:innen wenige und dabei stark von Stereotypen geprägte Vorstellungen zum Arbeitsalltag in den Naturwissenschaften haben, konkretisiert die Erkenntnisse hinsichtlich der Schüler:innen-Vorstellungen zu Arbeitsweisen der Physik und zeigt insbesondere, dass die Tätigkeiten der theoretischen Physik hier noch stark unterrepräsentiert sind. Somit lässt sich auch die Hypothese zur Forschungsfrage F1.3 bestätigen.

Abschließend muss festgestellt werden, dass die Schüler:innen geschlechtsunabhängig im Mittel eine neutrale Einstellung zu Berufen aus dem allgemeinen Bereich der Naturwissenschaften haben. Auch sind beide Geschlechter am stärksten an Tätigkeiten aus der

---

*Social Dimension* interessiert (auch so in Dierks et al., 2016). Problematisch hinsichtlich der Berufswahlintention ist hierbei, dass sie gleichzeitig nicht übermäßig stark annehmen, dass Tätigkeiten aus der *Social Dimension* einen wesentlichen Anteil im Arbeitsalltag von Physiker:innen ausmachen. So ist es auch nicht verwunderlich, dass primär die Mädchen eher eine ablehnende Haltung zeigen, wenn man sie im Speziellen nach den Berufswahlintentionen zu physikalischen Berufen fragt. Auch ist deren Interesse an Tätigkeiten aus den eher stereotypischen Bereichen der Forschung (*Realistic* und *Investigative Dimension*) geringer als bei den Jungen (ähnliche Ergebnisse für die *Realistic Dimension* auch in Dierks et al., 2016). Gleichzeitig nehmen sie an, dass insbesondere Tätigkeiten aus diesen beiden Dimensionen den Arbeitsalltag von Physiker:innen ausmachen. Zusammen mit den Tatsachen, dass lediglich nur einmal eine Frau im Freitextfeld zur Spezifizierung der Person genannt wurde und, dass das Image der Physik als Wissenschaft und als Schulfach bei den Mädchen geringer ausfällt, lässt nach wie vor eine wahrgenommene Männlichkeit der Physik unter den Schüler:innen vermuten (vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 3.1). Insbesondere die Mädchen sehen außerdem keine Passung von ihren Interessen an Tätigkeiten und den vermuteten Tätigkeiten von Physiker:innen, was sicherlich als Hindernis bei der späteren Berufswahl angesehen werden kann.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Baselinestudie müssen einige Limitationen beachtet werden. Zunächst ist der relativ kleine Stichprobenumfang zu nennen. Vor allem bei der getrennten Betrachtung nach Jahrgangsstufen werden die Teilstichproben sehr klein. Besonders die neunte Jahrgangsstufe ist mit  $N_{9,Jhg.} = 32$  vermutlich nur mit einer Schulklasse vertreten, da immer an ganzen Schulklassen erhoben wurde. Hier limitieren demnach stichprobenspezifische Einflüsse auf die erhobenen Konstrukte, wie beispielsweise die Beliebtheit der Physiklehrkraft oder das Klassenklima, die Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Auch die Erhebung vor dem Besuch des „DLR\_School\_Labs TU Darmstadt“ könnte einen Einfluss auf das Antwortverhalten der Schüler:innen haben. So könnten beispielsweise durch eine etwaige Vorbereitung des Labortages in der Schule Assoziationen zu Physiker:innen geweckt worden sein, die dann am Morgen des Labortages noch präsent waren. Außerdem sollte diese Teilstudie nicht dahingehend missverstanden werden, als müssten Schüler:innen der Mittelstufe bereits den Arbeitsalltag beispielsweise von Professor:innen der Physik genaustens beschreiben können. Es geht vielmehr darum herauszufinden, welche wesentlichen Tätigkeitsbereiche von den Schüler:innen übersehen werden und welche stereotypischen Vorstellungen dabei am häufigsten vorliegen. Weitere allgemeine Limitationen, die

---

beispielsweise auf das Erhebungsinstrument zurückzuführen sind, finden sich in der abschließenden Diskussion in Abschnitt 12.

---

## 8 Entwicklung der außerschulischen Lernangebote

---

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Vor- und Baselinestudie wurden im Zuge dieses Promotionsprojektes verschiedene, nach Dauer und Umfang gestaffelte außerschulische Lernangebote entwickelt. Um die Vergleichbarkeit der Angebote zu gewährleisten, wurde darauf geachtet, dass in allen Angeboten Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen vertreten sind. Das Konzept der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ und die Umgestaltung des „Schülerlabors Physik“ der Technischen Universität Darmstadt sollen daher im folgenden Kapitel dargestellt werden. Hierzu werden jeweils zunächst die Ziele und anschließend die Inhalte und der Ablauf der Angebote dargestellt. Das 360°-Serious Game „Physics Life“, was Teil beider Angebote ist, wird im Anschluss gesondert dargestellt.

### 8.1 Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“

Das Angebot der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ wurde im Zuge der vorliegenden Promotionsarbeit der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik am Fachbereich Physik der Technischen Universität Darmstadt in Kooperation mit dem Sonderforschungsbereich 1245 für Schülerinnen und Schüler entwickelt. Bei der Konzeption waren demnach verschiedene Interessensgruppen vertreten, die unterschiedliche Ansprüche an das Angebot stellten.

#### 8.1.1 Zielsetzungen der Projektwoche

Neben dem übergeordneten Ziel, ein zeitgemäßes Angebot zu entwickeln, das die Erkenntnisse der aktuellen naturwissenschaftsdidaktischen Forschung und der hier vorgestellten Vorstudie konzeptionell miteinbezieht, wurden für die unterschiedlichen Beteiligten die nachfolgenden Ziele formuliert.

##### **Institutionelle Ziele**

Die Anforderungen des Fachbereichs und des SFB 1245 an die Projektwoche können als institutionelle Ziele (Guderian & Priemer, 2008) beschrieben werden. Diese gliedern sich in die wesentlichen Teilbereiche der Nachwuchsförderung und -sicherung und der Wissenschaftskommunikation.

Die Zahl der Neu-Immatrikulationen in Physik ist in Deutschland weiterhin, wenn auch nur leicht, rückläufig (Düchs & Runge, 2023). Am Fachbereich Physik der Technischen Universität Darmstadt ist dieser Rückgang ebenfalls deutlich zu verzeichnen. Es ist also im besonderen

---

Interesse des Fachbereiches wieder mehr Schüler:innen für ein Studium der Physik zu begeistern. Da ein Physikstudium im Rhein-Main-Gebiet allerdings potenziell an mehreren Universitäten möglich ist, steht der Fachbereich in einem gewissen Wettbewerb mit den anderen Standorten. Des Weiteren sollen die Forschungsinhalte des Fachbereiches und des SFB 1245 im Zuge der Öffentlichkeitsarbeit stärker an den Schulen verbreitet werden. Die Projektwoche kann hier zweierlei Unterstützung bieten. Einerseits können die Themen der aktuellen Forschung einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und andererseits kann durch die Projektwoche an der TU Darmstadt ein Physikstudium beworben und gleichzeitig eine gewisse Standortbindung erzeugt werden, da die Teilnehmenden Räumlichkeiten und Personen bereits vor einem potenziellen Studium kennenlernen können. Damit die Projektwoche die bereits bestehenden Angebote wie das Schülerlabor Physik (s. folgender Abschnitt) ergänzt und den genannten Anforderungen genügt, wäre aus institutioneller Sicht eine gymnasiale Zielgruppe mit bereits vorhandenem MINT-Interesse anzustreben.

### **Individuelle Ziele**

Das Angebot der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ soll sich an Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe an Gymnasien, die bereits ein überdurchschnittliches Interesse an Physik haben, richten. Die Inhalte sind dabei an die Themen des SFB 1245, also der Kern- und Astrophysik angelehnt. Da diese Themen in Hessen größtenteils erst in der Oberstufe und damit nach den Leistungskurswahlen unterrichtet werden (Hessisches Kultusministerium, o. D.), lässt sich kein direkter inhaltlicher Bezug zum Kerncurriculum herstellen. Gleichwohl sind zahlreiche Bezüge auf einer Metaebene zu Scientific Literacy- und NOS-Aspekten (beispielsweise zur Erkenntnisgewinnung) herstellbar. Die Projektwoche vor den Kurswahlen anzubieten, hat gleichzeitig den Vorteil, dass die Schüler:innen ihre Laufbahnentscheidung besser informiert treffen können, da die Projektwoche einen Einblick in den Arbeits- und Studienalltag am Fachbereich Physik der TU Darmstadt vermittelt. Somit kann die Projektwoche auf individueller Ebene auch als Berufs- und Studienorientierung für Schüler:innen dienen. Außerdem kann durch die thematische Ausrichtung an Themen der Kern- und Astrophysik und den außerschulischen Charakter situatives Interesse generiert und damit das individuelle Interesse der Schüler:innen weiter befördert beziehungsweise gefestigt werden (vgl. hierzu die Abschnitte zum Sachinteresse 3.3.1 und außerschulischen Lernorten 3.4.2). Durch den direkten Kontakt mit Forschenden des SFB 1245 und der expliziten Thematisierung von NOST-Aspekten erhalten die Schüler:innen einen authentischen Einblick in den

---

physikalischen Forschungsalltag, was dem negativen Image der Physik mit neuen Eindrücken etwas entgegensetzen kann. „Young Physicists @ TU Darmstadt“ zielt demnach auf individueller Ebene darauf ab, interessierten Jugendlichen einen authentischen Einblick in Themen der aktuellen Forschung zu geben, um ein besseres Image der Physik, gesteigertes Interesse und fundierte Berufs- und Studienwahlen zu ermöglichen.

### **Forschungsbezogene Ziele**

Die fachdidaktischen Ziele ergeben sich gewissermaßen aus den individuellen Zielen. Insbesondere steht die Frage im Zentrum, ob die Projektwoche mit dem umfangreichen Angebot nachhaltige Effekte hinsichtlich Interessen- und Imageförderung und Schüler:innen-Vorstellungen über Tätigkeiten erreichen kann. Eine detailliertere Aufstellung der Forschungsziele findet sich in Kapitel 4.

### **8.1.2 Konzeptionelle Merkmale der Projektwoche**

Im Folgenden werden die wesentlichen konzeptionellen Merkmale der Projektwoche beschrieben. Diese stützen sich auf die empirischen Erkenntnisse vorheriger Studien zu außerschulischen Lernorten sowie der hier präsentierten Vorstudie mit Physiker:innen des SFB 1245 (s. Kapitel 5) und wurden dahingehend optimiert, dass sie die Zielsetzungen aller Beteiligten erfüllen. Nach der Durchführung der ersten drei Projektwochen wurde das Feedback zu den Wochen sowie die gewonnenen Daten erstmals begutachtet. Daraus resultierend wurden kleine Anpassungen am Programm vorgenommen (s. Abschnitt 8.1.3.3).

### **Auswahl der Zielgruppe**

Bei der Festlegung der Stichprobe wurde sich an den institutionellen und individuellen Zielen der Projektwoche sowie den Erkenntnissen ähnlich gelagerter Studien zu außerschulischen Lernorten orientiert. Da eine Passung zum Curriculum erst sehr spät in der Schullaufbahn und dabei nach den Leistungskurswahlen möglich gewesen wäre, was in gewisser Weise das Ziel einer Interessenförderung torpediert hätte, wurde sich für eine vergleichsweise junge Zielgruppe entschieden. Um also eine Berufsorientierung sowie eine Interessenförderung beziehungsweise -festigung gleichermaßen zu erreichen, richtet sich das Angebot an bereits grundlegend an Physik interessierte Jugendliche der achten bis zehnten Jahrgangsstufe an Gymnasien.

---

## **Auswahl und didaktische Aufbereitung der Fachinhalte**

Wie in Kapitel 3.3.1.1 argumentiert, scheinen Schüler:innen besonders an Themen der aktuellen Forschung und Astrophysik interessiert zu sein. Das Themengebiet des SFB 1245 bot dementsprechend eine ideale Grundlage, diese beiden Bereiche zu verbinden. Da die physikalischen Inhalte des SFB 1245 jedoch nicht ohne Weiteres an das Vorwissen der Zielgruppe anknüpfen und sie in ihrer Vielseitigkeit den zeitlichen Rahmen des Angebotes gesprengt hätten, musste eine didaktische und inhaltliche Reduktion stattfinden. Die Themen wurden außerdem dahingehend ausgewählt, dass sie möglichst durch altersgerechte Experimente oder Simulationen zugänglich gemacht werden konnten. Um sowohl den Inhalten des SFB 1245 gerecht zu werden als auch einen möglichst interessanten Kontext zu wählen, wurde als übergreifendes Thema der Projektwoche die Frage – *Woher kommen die Elemente in unserem Universum?* – gewählt. Der Frage wurde sich an drei unterschiedlichen Tagen über die Betrachtung von drei unterschiedlichen Größenordnungen genähert (Atomkern, Atom & Sterne). Die Tage bauten dabei inhaltlich aufeinander auf. Um sich dem Thema der Kernphysik zu nähern, wurde zunächst mittels Experiment und Simulation untersucht, von welchen Größen Stöße abhängen, da diese das zentrale Prinzip von Beschleunigeranlagen darstellen. Dadurch wurde der Bezug zu mehreren Teilprojekten des SFB 1245 (z. B. A01, A06 & B02) hergestellt (Technische Universität Darmstadt, 2024). Das darauffolgende Thema sollte sich den Kerneigenschaften über die Größenordnung des gesamten Atoms nähern. Hier wurde die Isotopie-Verschiebung theoretisch thematisiert, die auch durch laserspektroskopische Untersuchungen in Teilprojekten (A01, A03) des SFB 1245 erforscht wird. Da diese durch ein einfaches Experiment nicht zugänglich ist, wurden für die praktische Phase Atomspektren von Gasentladungslampen vermessen und hinsichtlich der zugrundeliegenden Elemente analysiert. Um auch die Astrophysik (z. B. aus Teilprojekten B06 und B07) direkt zu behandeln, wurde als letztes Thema die Elemententstehung im Universum besprochen. Hierzu wurden Kernfusionen in Sternen, Supernovae und Neutronensternverschmelzungen didaktisch reduziert und auf einem phänomenologischen Niveau besprochen. Insbesondere die Beiträge der theoretischen Physik spielten hier durch den Einsatz von Simulationen und Gespräche mit Physiker:innen eine entscheidende Rolle. Um auch hier einen praktischen Anteil zu gewährleisten, wurde das Angebot durch eine Live-Beobachtung mit dem TURMX-Observatorium ergänzt.

## **Authentische Darstellung des Forschungsalltages im SFB 1245**

Um möglichst alle Facetten des Arbeitsalltages im SFB 1245 abzudecken, wurde sich an den Erkenntnissen aus der Vorstudie (s. Kapitel 5) orientiert. Dementsprechend wurde darauf

---

geachtet, dass über die Woche verteilt Tätigkeiten aus allen sieben RIASEC+N Dimensionen sowie der theoretischen und experimentellen Physik thematisiert wurden. Die zahlreichen Tätigkeiten wurden auf verschiedene Weisen thematisiert. Neben beispielsweise einem Draw-A-Physicist-Test mit anschließender Reflexions- und Diskussionsphase direkt zu Beginn der Woche, dem Spielen des 360° Serious Game, das alle RIASEC+N Tätigkeiten enthält (s. Abschnitt 8.3), Mini-Vorlesungen mit entsprechenden Inhalten, Labor- und Institutsführungen, Meet-and-Greets mit Doktorand:innen, wurden außerdem einige RIASEC+N Dimensionen am zweiten Tag mit einem exemplarischen Forschungsablauf durch die Schüler:innen selbst praktisch nachempfunden. Durch die Kombination von Gesprächen mit Forschenden und eigenständigen Tätigkeiten zu aktuellen Themen der Forschung sollte der Arbeitsalltag möglichst authentisch dargestellt werden. Nicht zu unterschätzen ist ebenfalls die direkte räumliche Nähe der Projektwoche zu den Laboratorien und Büros des SFB 1245. Dadurch, dass die Arbeitsgruppen besucht wurden und immer wieder Doktorand:innen und Professor:innen des SFB 1245 kurze Impulse setzten, sollte die Forschung sprichwörtlich hautnah erfahrbar werden. Durch den wiederholten direkten Kontakt mit den Forschenden<sup>69</sup>, wurden außerdem zahlreiche Möglichkeiten für Gespräche geschaffen. Die Unterschiedlichkeit der Charaktere sollte dabei dem Stereotyp „Physiker“ etwas entgegensetzen. Außerdem stand die gleichmäßige Darstellung von theoretischer und experimenteller Physik im Vordergrund. Einerseits wurde durch verschiedene Methoden in kognitiven Phasen (z. B. Mini-Vorlesungen, Reflexionsphasen) versucht, das Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment deutlich zu machen. Andererseits wurde die Arbeit beider Bereiche auch praktisch erlebt, indem eine Stoßsimulation als Pendant zu einem Stoßexperiment jeweils von Kleingruppen verwendet wurde. Meet-and-Greets mit Arbeitsgruppen der theoretischen und experimentellen Physik rundeten das Angebot ab. Abschließend galt, wie sich in der NOS Forschung als notwendig erwiesen hat (z. B. in Schwartz et al., 2004), als grundlegende Planungs- und Handlungsmaxime, dass das Tätigkeitsspektrum in der Physik (NOST) und damit verknüpfte Aspekte von NOS immer explizit thematisiert werden.

---

<sup>69</sup> Je nach Verfügbarkeit in den Projektwochen wurden bis zu zwölf Physiker:innen des SFB 1245 in aktiver Rolle in das Programm eingebunden.

---

## Strukturelle Merkmale

Um möglichst nachhaltige Effekte zu erzielen, wurde das Angebot mit vier Tagen bewusst länger als klassische Schülerlabore gestaltet. Dadurch konnte sich für die verschiedenen Themen mehr Zeit gelassen werden. Eine intensivere Beschäftigung mit den Fachinhalten und dem Arbeitsalltag in der physikalischen Forschung wurde dadurch ermöglicht. Als indirekte Folge wurden dadurch auch Zeiträume geschaffen, die nicht zu vernachlässigen sind, in denen intensive Gespräche, Fragen und Reflexionsprozesse ermöglicht werden konnten. Die Projektwoche wurde zudem bewusst während der Schulzeit angeboten, um eine zu starke Selbstselektion der Teilnehmenden zu verhindern.<sup>70</sup>

Um die Teilnehmenden zu akquirieren, wurden bewusst die Lehrkräfte an den Schulen miteinbezogen. Diese wurden darum gebeten, eine gemischte Gruppe von bis zu 20 Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe auszuwählen, die geschlechtsausgewogen ist und grundlegend an Physik interessiert ist. Besonders gute Physiknoten sollten dabei kein verpflichtendes Auswahlkriterium darstellen. Bei dieser Art von Neigungsgruppe als Zielgruppe wurden die größtmöglichen positiven Effekte bei gleichzeitig guter Annahme des Angebotes vermutet.

### 8.1.3 Ablauf der Projektwoche

Im Folgenden wird der Ablauf der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ dargestellt. Der Tagesablauf wurde dabei immer ähnlich, zweigeteilt strukturiert. Am Vormittag wurden in praktischen und kognitiven Phasen Inhalte erarbeitet, die am Nachmittag mit ergänzenden Angeboten wie Führungen oder dem 360° Serious Game wieder aufgegriffen wurden. Die Projektwochen wurden durch den Verfasser der Arbeit mit Unterstützung von studentischen Hilfskräften und Forschenden des SFB 1245 betreut. Tabelle 30 gibt einen Überblick über den Ablauf der Projektwoche. Im Anhang A9 sind einige Bildimpressionen des Angebotes dargestellt.

---

<sup>70</sup> Eine Platzierung in den Ferien hätte, so antizipiert, lediglich die interessiertesten Schüler:innen angesprochen, was die Interessenförderung/ -festigung, als eines der Ziele der Projektwoche ad absurdum geführt hätte.

Tabelle 30: Grober Ablaufplan der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“.

	Tag 1: Einführung	Tag 2: Kerne	Tag 3: Atome	Tag 4: Sterne
Vormittag	erste Erhebung, Einführung und Sensibilisierung zur NOST-Thematik, DAST	Mini-Vorlesung, Experimente und Simulationen zum Thema: „Wovon hängt der Ausgang eines Stoßes ab?“	Mini-Vorlesung, Experimente und praktische Anteile zum Thema Spektroskopie	Mini-Vorlesung und Meet-and-Greet mit AG der theoretischen Astrophysik
Nachmittag	360°-Serious Game „Physics Life“	Besichtigung S-DALINAC	Besichtigung mit Meet-and-Greet im COALA-Labor	Reflexion, Abschluss und zweite Erhebung

### 8.1.3.1 Erster Tag – Was machen eigentlich Physiker:innen?

Der erste Tag wird einerseits dafür genutzt, die Gruppe kennenzulernen und andererseits, um für das Themengebiet NOST und den Arbeitsalltag in der physikalischen Forschung zu sensibilisieren. Die Gruppe wird zunächst begrüßt, mit den Räumlichkeiten und Betreuungspersonen vertraut gemacht und über Sicherheitsaspekte belehrt. Ohne jegliche inhaltliche Themen zu besprechen, wird im Anschluss der Fragebogen eingesetzt, um den Ausgangszustand der Gruppe zu erheben (mehr hierzu in Kapitel 9). Direkt im Anschluss folgt ein kurzer Vortrag über die TU Darmstadt und den Fachbereich Physik mit seinen Instituten. Da hierbei immer wieder über Physik und Physiker:innen gesprochen wird, wirft sich die Frage und damit das Thema des Tages – *Was machen Physiker:innen eigentlich?* – auf. Um diese zu beantworten und den Betreuenden eine Einschätzung über die Vorstellungen der Teilnehmenden zu ermöglichen, werden die Schüler:innen aufgefordert im Sinne eines DAST (angelehnt an Leiß, 2019) eine:n Physiker:in in einer typischen Arbeitssituation zu zeichnen. Außerdem wird die Möglichkeit gegeben, die gemalten Tätigkeiten zu verschriftlichen und zu ergänzen. Exemplarische Zeichnungen finden sich in Anhang A6. Die Ergebnisse werden anschließend auf eine digitale Tafel übertragen und dort im Plenum besprochen und hinsichtlich häufig vorkommender Stereotype diskutiert. Die Teilnehmenden werden sich dadurch ihrer – mitunter stereotypischen – Vorstellungen über Physiker:innen und deren Tätigkeiten bewusst. Um direkt erste Vorurteile auszuräumen, folgt darauf der erste Input durch

---

Forschende des SFB 1245.<sup>71</sup> Die Gruppe wird durch die Forschenden begrüßt und die Themen des SFB 1245 werden kurz vorgestellt. Im Anschluss wird in einer gemeinsamen Teepause Zeit für Fragen – ausdrücklich zu allen Bereichen, die die Teilnehmenden interessieren – eingeräumt.<sup>72</sup> Somit wird die Hemmschwelle, Fragen zu stellen, abgebaut. Nach einer gemeinsamen Mittagspause in der Mensa der TU Darmstadt bekommen die Gruppen eine kleine Führung über den Campus Stadtmitte der TU Darmstadt, bevor am Nachmittag das 360° Serious Game „Physics Life“ gespielt wird, in dem die Schüler:innen den Arbeitsalltag einer Doktorand:in der theoretischen Physik auf spielerische Art und Weise nachempfinden (mehr hierzu in Kapitel 8.3). Hierbei lernen die Schüler:innen erstmals auch weniger stereotypische Tätigkeiten wie eine Übungsbetreuung oder ein Poster-Vortrag auf einer Konferenz kennen. Der Tag endet mit einem kurzen Ausblick auf die kommenden Tage.

### **8.1.3.2 Zweiter Tag – Was haben Stöße mit Kernphysik zu tun?**

Der zweite Tag beginnt mit einer Mini-Vorlesung durch den Verfasser der Arbeit in einem Hörsaal des Fachbereiches Physik. Da den meisten Schüler:innen sowohl eine solche Räumlichkeit als auch der Modus Vorlesung unbekannt ist, beginnt die Vorlesung im Sinne eines pädagogischen Doppeldeckers<sup>73</sup> mit einer kurzen Erläuterung über die zahlreichen Lehrtätigkeiten an der Universität. Danach wird in die Grundbegriffe der Kernphysik, wie Kernbaustein, Isotope, Nuklidkarte und grundlegende Wechselwirkungen eingeführt, bevor die Frage gestellt wird, mit welcher Theorie die Kerne beschrieben werden können. Auf einer qualitativen Ebene wird dazu das Tröpfchenmodell (z. B. in Demtröder, 2017) verwendet. Auf eine Thematisierung des idealtypischen Wechselspiels von Theorie und Experiment folgt die Frage, wie die Kernstruktur überhaupt experimentell zugänglich ist. Teilchenbeschleuniger werden hier als Lösung besprochen. Um zu verstehen, wie diese funktionieren, wird ein Modell eines Streuexperimentes am Ende der Vorlesung verwendet (S'cool LAB CERN, o. D.). Der restliche Vormittag besteht im Wesentlichen aus einem identischen Angebot, wie das

---

<sup>71</sup> Je nach Verfügbarkeit wurden hierfür unterschiedliche Mitglieder des SFB 1245 eingesetzt. Im Idealfall wurden je ein Doktorand und eine Doktorandin eingeladen.

<sup>72</sup> So wurden Fragen zum Physikstudium, der Berufslaufbahn der Physiker:innen oder deren Gehalt gestellt.

<sup>73</sup> Der „Pädagogische Doppeldecker“ wird als Methode verstanden, in der man das, was vermittelt werden soll, auch gleichzeitig erlebt.

---

Schülerlabor Physik der TU Darmstadt mit einem praktischen Angebot zum Thema Stöße (s. Abschnitt 8.2). Die Schüler:innen durchlaufen dabei alle Phasen des Forschungsplans (s. Abbildung auf S. 133). Nach einer gemeinsamen Mittagspause bekommen die Schüler:innen in Kleingruppen eine Führung am S-DALINAC von zwei Forschenden des Instituts für Kernphysik.

### **8.1.3.3 Dritter Tag - Spektroskopie**

Der dritte Tag startet wieder mit einer Mini-Vorlesung im Hörsaal. Hierbei werden wieder zunächst Grundbegriffe wie beispielsweise verschiedene kontinuierliche und diskrete elektromagnetische Spektren, Absorption und Emission und Beugung thematisiert, bevor über die Isotopie-Verschiebung die Brücke zu Themen des SFB 1245 im Rahmen des COALA Experiments geschlagen wird (Nörtershäuser, 2018). Auf qualitativer Ebene wird erklärt, wie es zur Isotopie-Verschiebung von Spektren kommt und welche Rückschlüsse man daraus über Eigenschaften des Kerns, wie beispielsweise die Ladungsverteilung, ziehen kann. Der restliche Vormittag wird genutzt, um sich dem Themenfeld der Spektren auf praktische Weise zu nähern. Hierzu werden zwei Stationen eingesetzt, die im Wechsel von je zwei Kleingruppen bearbeitet werden. In der ersten Station bauen die Schüler:innen ein Handyspektroskop aus einer Kopiervorlage (Müller, 2015), welches sie anschließend behalten können. Sie erhalten dadurch eine einfache Möglichkeit, sich auch zuhause weiter mit den Themen der Projektwoche zu beschäftigen. Die zweite Station stellt ein Experiment zur Spektroskopie dar. Hier sollen die Schüler:innen nacheinander die Spektren verschiedener Gasentladungslampen mit einem Handspektroskop (ähnlich zu dem, welches sie in der ersten Station selbst bauen) untersuchen. Sie bekommen zunächst die Aufgabe, die diskreten Spektren zu dokumentieren. Im Anschluss sollen sie die Elemente identifizieren, die für die diskreten Emissionsspektren verantwortlich sind. Mit diesem Modellversuch können die Schüler:innen an die Inhalte der Mini-Vorlesung anknüpfen und die Herangehensweise des COALA Experiments auf einfache Art und Weise nachempfinden. Der beschriebene Modellversuch wurde vorab im „DLR\_School\_Lab TU Darmstadt“ hinsichtlich seiner Verständlichkeit und der Interessantheit für eine entsprechende Zielgruppe an vier Schulklassen evaluiert. Die Ergebnisse der Evaluation legen dabei nahe, dass der Versuch für Jungen und Mädchen mit unterschiedlichen Leistungsniveaus gleichermaßen interessant ist (Kriegel & Spatz, 2023a). Am Nachmittag gibt es wieder zwei Programmpunkte, die abwechselnd von Kleingruppen durchlaufen werden. Die eine Gruppe erhält eine Führung in den Laboren des COALA Experiments am Institut für Kernphysik der TU Darmstadt. Die Inhalte des Tages werden hier gebündelt und wieder aufgegriffen. Die Schüler:innen können

---

dabei die aktuelle Forschung des SFB 1245 und weitere Themen hautnah erleben und tiefergehende Fragen stellen. Die andere Gruppe erhält die Möglichkeit zum Meet-and-Greet mit Doktorand:innen der experimentellen Physik.<sup>74</sup> Die Doktorand:innen berichten über ihren Arbeitsalltag an der Universität und über ihr Forschungsprojekt. Anschließend ist Zeit für weitere Fragen durch die Schüler:innen. Auch hier kommen wieder die verschiedensten Tätigkeiten zur Sprache und die Schüler:innen haben die Möglichkeit mehr über den Forschungsalltag, die Beweggründe für ein Studium in der Physik und vieles mehr zu erfahren.

#### **8.1.3.4 Vierter Tag – Das große Ganze: Astrophysik und Abschluss der Projektwoche**

Der letzte Tag der Projektwoche startet wieder mit einer Mini-Vorlesung im Hörsaal. Die Frage – Wo kommen denn jetzt die Elemente her? – steht im Vordergrund. Dazu werden auf qualitativer Ebene zunächst Längen- und Zeitskalen des Universums besprochen, bevor die verschiedenen Mechanismen der Nukleosynthese, wie der Urknall, die Kernfusion in Sternen, Supernovae und Neutronensternverschmelzungen besprochen werden. An geeigneten Stellen werden direkt Videoabschnitte aus Simulationen des SFB 1245 eingesetzt und damit der direkte Bezug zur aktuellen Forschung hergestellt. Direkt im Anschluss folgt ein Meet-and-Greet mit einer Arbeitsgruppe der theoretischen Physik. Hier besuchen vier Kleingruppen abwechselnd Doktorand:innen in deren Büros, sodass nach zwei Stunden alle Kleingruppen mit allen Doktorand:innen im Austausch waren. Die Schüler:innen lernen dadurch ein breites Spektrum an Forschungsprojekten und Charakteren kennen. Dadurch, dass alle Physiker:innen angehalten sind, auch etwas von ihrem Arbeitsalltag zu berichten, kommen die unterschiedlichsten Tätigkeiten und Vorlieben zur Sprache. Die Schüler:innen erhalten so ein möglichst heterogenes Bild von Personen aus der theoretischen Physik, was erneut zu einem Infragestellen von möglichen Stereotypen führen soll. Am Nachmittag steht der Abschluss der Projektwoche an. In einer gemeinsamen Diskussions- und Reflexionsphase werden hier die Vorstellungen, die beispielsweise am ersten Tag im DAST zutage traten, nochmals aufgegriffen und mit den Erlebnissen der Projektwoche kontrastiert. Die Schüler:innen erhalten die Möglichkeit in Kleingruppen und im Plenum ihre Eindrücke zu reflektieren und diese mit denen der anderen zu vergleichen. Nach einer Pause füllen die Schüler:innen den Fragebogen zum

---

<sup>74</sup> Das Meet-and-Greet mit den Doktorand:innen der Experimentalphysik wurde erst im Zuge der Überarbeitung ergänzt und dementsprechend erst im zweiten Turnus der Projektwoche angeboten.

---

Post-Test aus. Die Projektwoche endet mit einer Feedbackrunde, in der die Schüler:innen Verbesserungsvorschläge äußern und positive Aspekte hervorheben können.

Gemeinsam für mehrere Gruppen wurde zusätzlich an zwei Abenden, jeweils nach den Projektwochen, eine Live-Beobachtung mit dem TURMX-Observatorium angeboten. Hierdurch konnten die Schüler:innen auch die Beobachtungsmethode der Astrophysik kennenlernen und erneut Bezüge zu Inhalten des SFB 1245, beispielsweise durch die Beobachtung von Überresten einer Supernova, herstellen.

## **8.2 Konzeptionelle Anpassung des Schülerlabors Physik**

Das ursprüngliche „Schüler\*innen-Labor Physik“ wurde am Fachbereich Physik der TU Darmstadt im Zuge eines Promotionsprojektes entwickelt und evaluiert (Ungermann, 2022). Das Thema des Schülerlabors „Kollisionen im Großen und Kleinen“ wurde dabei an Themen des Instituts für Kernphysik orientiert und eignet sich daher auch für eine Vermittlung von Themen des SFB 1245. Im ursprünglichen Konzept stand außerdem die Förderung des Verständnisses von NOS-Aspekten und der experimentellen Kompetenz mit dem Leitgedanken „Einen Tag als Forscher:in erleben“ im Zentrum (Ungermann, 2022, S. 77). Somit war das Angebot auch in Hinblick auf die Vermittlung von NOST-Aspekten, als Unterkategorie von NOS, grundsätzlich geeignet. Eine mit überschaubarem Aufwand verbundene konzeptionelle Überarbeitung ermöglichte eine Passung des Angebotes zu den Zielen dieser Arbeit. Das angepasste Schülerlabor „Physics Student Lab“ bietet Schüler:innen einen Einblick in die Arbeitsweisen und das Tätigkeitsspektrum von Physiker:innen der experimentellen und theoretischen Kernphysik. Da die experimentellen Anteile des Angebotes mit den entsprechenden Materialien nahezu unverändert übernommen wurden, ist an dieser Stelle auf die detaillierte Beschreibung zum forschend-entdeckenden Experimentieren in Ungermann (2022, 77ff.) verwiesen. Im Folgenden werden daher zunächst die Zielsetzungen beschrieben, anschließend insbesondere die konzeptionellen Änderungen herausgestellt und der Ablauf lediglich in Kürze dargestellt.

### **8.2.1 Zielsetzungen des Schülerlabors**

Grundsätzlich entsprechen die Zielsetzungen des Schülerlabors jenen der Projektwoche. Auf *institutioneller Ebene* ist festzuhalten, dass auch hier die Kommunikation aktueller Forschung ein wesentliches Ziel darstellt. Bezüglich der Nachwuchsförderung ist in diesem Fall allerdings

---

eher von einer gewünschten Breitenförderung auszugehen, da als Zielgruppe ganze Schulklassen erreicht werden sollen. In dieser Hinsicht lässt sich das Schülerlabor „Physics Student Lab“ der Kategorie (K) als „klassisches Schülerlabor“ zuordnen (Lernort Labor, 2024). Da durch die Vorstellung der Tätigkeiten von Physiker:innen auch in Teilen Beiträge zur Berufsorientierung geleistet werden, ist ebenfalls eine Zuteilung zur Kategorie (B) „Schülerlabore mit Berufsorientierung“ zutreffend (ebd. 2024). Wie bei der Projektwoche ist auch hier das Ziel der Standortpräsentation und -bindung zu nennen.

Auf *individueller Ebene* ist insbesondere die Interessenförderung als Kernziel zu nennen. Durch den Schülerlaborbesuch soll versucht werden ein gesteigertes aktuelles Interesse hervorzurufen. Vor allem weniger interessierte Schüler:innen können durch das Angebot neue Sichtweisen zur Physik aufgezeigt bekommen. Ein positiverer Blick auf die Physik ermöglicht ihnen, sich weiterhin beziehungsweise verstärkt naturwissenschaftlichen Themen zuzuwenden, was sie auf längere Sicht beim Aufbau einer adäquaten „Scientific Literacy“ unterstützen kann. Auf individueller Ebene können Stereotype durch das Angebot irritiert werden, was einen neuen Blick auf das Berufsfeld Naturwissenschaften/Physik ermöglicht.

Die forschungsbezogenen Ziele ergeben sich ebenfalls aus den übergeordneten Zielen der vorliegenden Arbeit. Bei der konzeptionellen Anpassung wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Inhalte des Schülerlabors mit denen der Projektwoche qualitativ übereinstimmen. Somit wird ein Vergleich der Angebote aus fachdidaktischer Sicht erst möglich.

### **8.2.2 Ablauf und konzeptionelle Merkmale des Schülerlabors**

Das Angebot des Schülerlabors „Physics School Lab“ richtet sich an ganze Schulklassen ab der siebten Jahrgangsstufe, wurde durch den Verfasser der Arbeit mit Unterstützung von studentischen Hilfskräften betreut und lässt sich in zwei Abschnitte gliedern. Am Vormittag stehen Hands-On-Aktivitäten im Zentrum. Hierbei orientiert sich der Ablauf grob an der Methode des Plan- (Wentorf, 2015) beziehungsweise Rollenspiels (Meyer, 2003)<sup>75</sup>. Die Schüler:innen schlüpfen dabei in die Rolle von Forschenden der Physik und durchlaufen

---

<sup>75</sup> Die Begrifflichkeiten „Planspiel“ und „Rollenspiel“ werden nicht immer trennscharf verwendet. Wentorf (2015) weist darauf hin, dass die für ein Planspiel typische akute Problemsituation, in seinem „Planspiel Wissenschaft“ nicht vorkommt. Es ähnelt daher eher dem von Meyer (2003) beschriebenen „Rollenspiel“.

nacheinander die Stationen eines vereinfachten, exemplarischen Forschungsplans (s. Abb. 21). Sie sollen somit im Verlaufe des Tages typische Tätigkeiten eines Forschungsprojektes aus allen RIASEC+N Dimensionen kennenlernen (Wentorf, 2015). Die Stationen der Hypothesenbildung, die experimentellen Anteile sowie die Posterpräsentation/Schüler:innen-Konferenz sind identisch zu Ungermann (2022). Die Einführung wurde nach Ungermann (ebd.) angepasst sowie der Forschungsantrag, die Simulation und das Arbeitsgruppentreffen neu hinzugefügt. Am Nachmittag erhalten die Schüler:innen über das 360° Serious Game „Physics Life“ einen spielerischen Einblick in den Arbeitsalltag der theoretischen Kernphysik.

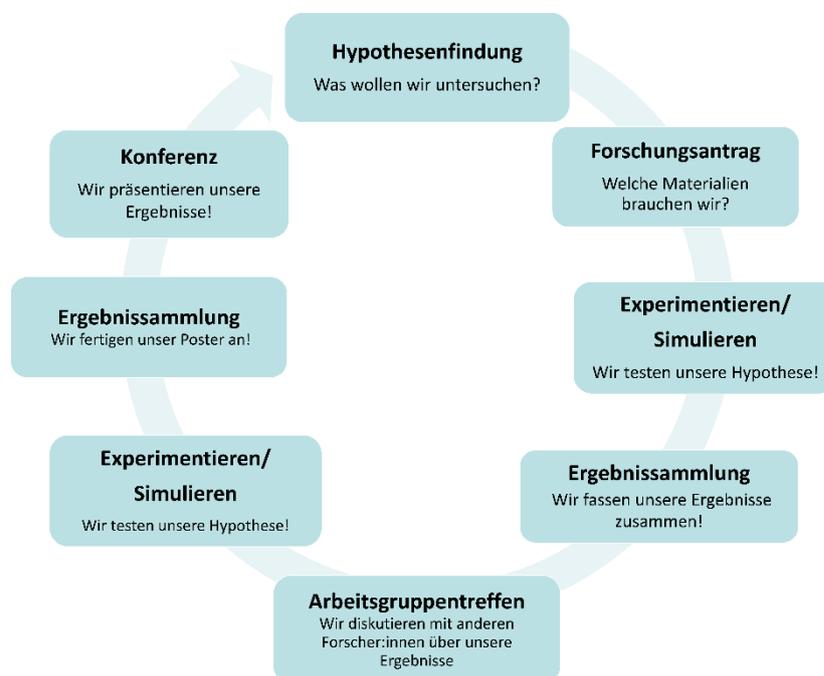


Abb. 21: Forschungsablaufplan Physics Student Lab.

## Einführung

Die Schulklasse wird begrüßt und mit den Räumlichkeiten vertraut gemacht. Nach einer kurzen Einführung wird direkt mit der Frage – *Was machen Physiker:innen in ihrem Arbeitsalltag?* – gestartet. Die Schüler:innen sollen hierzu über ein interaktives, digitales Abstimmungstool alle Tätigkeiten auf ihrem Endgerät eintragen, die sie Forschenden in der Physik zuschreiben. Alle Antworten der Schüler:innen werden durch das Abstimmungstool zu einer Wortwolke zusammengeführt. Die Größe der Worte repräsentiert dabei die Häufigkeit der Nennung einer Tätigkeit (s. Anhang A7 für eine exemplarische Wortwolke). Anschließend wird die Wortwolke im Plenum besprochen. Die Antworten der Schüler:innen werden danach durch die Präsentation der Antworten von Physiker:innen des SFB 1245 entlang der RIASEC+N

---

Dimensionen (s. Kapitel 5.4) kontrastiert. Das RIASEC+N Modell wird dabei an sich nicht thematisiert, sondern lediglich als Ordnungsstruktur verwendet, welche die unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche voneinander trennt und Hervorhebungen erlaubt (z. B. Managementtätigkeiten von Professor:innen in der *Enterprising* und Lehrtätigkeiten in der *Social Dimension*). Dadurch wird deutlich, dass auch Tätigkeiten außerhalb der *Realistic* und *Investigative* Dimension entscheidend für den Arbeitsalltag in der Physik sind. Selten beziehungsweise gar nicht genannte Tätigkeitsdimensionen kommen so zur Sprache und die Vorstellungen der Schüler:innen können erneut thematisiert werden.

### **Forschungsanlass**

Um den Schüler:innen die Nähe zur Forschung deutlich zu machen, wird der Arbeitsauftrag für den Schülerlabortag in Form einer Videobotschaft übermittelt (so auch in Ungermann, 2022). Um die Schüler:innen auf Augenhöhe anzusprechen und um auch bereits in der Videobotschaft den Arbeitsalltag von Physiker:innen breiter abzubilden werden die Schüler:innen durch eine Doktorandin der theoretischen Physik begrüßt. Im Kontrast zu Ungermann (2022), der den Forschungsauftrag durch Professoren geben lässt, wird hier bewusst ein weibliches Role-Model eingesetzt, um der wahrgenommenen Männlichkeit des Faches Physik etwas entgegenzusetzen (vgl. Cheryan et al., 2017). Die Doktorandin beschreibt kurz das Institut für Kernphysik und ihre Arbeit in der theoretischen Physik. Anschließend bekommen die Schüler:innen den Arbeitsauftrag, den Ausgang von Stößen zu untersuchen. Zur Orientierung liefert die Doktorandin einen Forschungsplan (s. Abb. 21). Die Doktorandin verabschiedet sich in dem Video mit dem Verweis, eine Übungsgruppe betreuen zu müssen, was wiederum eine weniger stereotypische Tätigkeit der *Social Dimension* hervorhebt.

### **Hypothesenbildung und Aufteilung der Gruppen**

Die Hypothesenbildung erfolgt im Plenum. Hierbei wird darauf geachtet, dass diese stets auch überprüfbar sind. In diesem Rahmen wird ein besonderer Wert auf die Notwendigkeit zum Einhalten der Variablenkontrollstrategie gelegt. Die anschließende freie Hypothesenwahl der Kleingruppen ermöglicht eine Binnendifferenzierung, da die Gruppen eine Aufgabe wählen können, der sie sich gewachsen fühlen (Ungermann, 2022). In Ergänzung zu Ungermann wird hier außerdem festgelegt, ob die Kleingruppen die Hypothese mithilfe einer Simulation oder eines Experiments überprüfen wollen.

---

## Forschungsantrag

Bevor die Schüler:innen ihre Materialien zur Verfügung gestellt bekommen, müssen sie zunächst einen exemplarischen Forschungsantrag stellen. Hierin müssen sie festhalten, welche Materialien sie für die Überprüfung ihrer Hypothese voraussichtlich benötigen. Sie erhalten somit einen modellhaften Einblick in die Vorgehensweise der naturwissenschaftlichen Forschung, in der Forschungsgelder in der Regel ebenfalls zunächst mittels Anträgen akquiriert werden müssen. Neben dem Kennenlernen dieser weniger stereotypischen Tätigkeit aus der *Enterprising* und *Conventional* Dimension hat dieser Zwischenschritt den Vorteil, dass sich die Kleingruppen zunächst Gedanken über ihr Vorgehen machen müssen, was später ein zielgerichteteres Arbeiten ermöglicht. Durch das Ausdenken des eigenen „neuen“ Forschungsprojektes werden außerdem Aspekte der *Artistic* Dimension deutlich.

## Experimentieren und Simulieren I

Nach Bewilligung des Antrages durch die Betreuenden erfolgt die erste praktische Überprüfung der Hypothesen. Die experimentell arbeitenden Kleingruppen verwenden dabei gemäß dem Konzept von Ungermann (2022) Luftkissen-Pucks mit verschiedenen Zusatzmaterialien, um die Einflüsse von der „... Masse der Pucks, deren Anfangsgeschwindigkeit, Form, Größe und Drehimpuls sowie [des] Stoßparameter[s] und Stoßwinkel[s]...“ (ebd. 2022, S. 84) auf den Ausgang eines Stoßes zu untersuchen. Sie beschäftigen sich dabei intensiv mit praktischen Tätigkeiten der *Realistic* Dimension. Ergänzend zu dem bestehenden Angebot wird die Möglichkeit eröffnet, die Hypothese mithilfe einer Simulation zu überprüfen. Die theoretisch arbeitenden Kleingruppen arbeiten mit einer Stoßsimulation, die auf einer Physics Engine beruht (Github Verzeichnis mit dem JavaScript Code von danielzabo88, 2020) und für die Zwecke des Schülerlabors geringfügig angepasst wurde. Hier sind die wesentlichen Randbedingungen von zweidimensionalen Stößen zwischen „Kugeln“ auf Grundlage der Impulserhaltung in JavaScript programmiert. Die Schüler:innen erhalten eine kurze Einführung in die Funktionsweise des Programmes. Anschließend können sie an zuvor festgelegten Stellen im Programmcode die Anfangsgeschwindigkeit, den Radius und die Masse der Stoßpartner sowie die Reibung mit dem Untergrund und die Elastizität des Stoßes manipulieren und die Effekte auf den Ausgang des simulierten Stoßes untersuchen. Die Schüler:innen erhalten somit einen vereinfachten und exemplarischen Einblick in die Arbeitsweisen der theoretischen Physik mit Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* Dimension. Sowohl die experimentell als auch die theoretisch arbeitenden Kleingruppen führen zudem bei der Auswertung und Analyse ihrer Erkenntnisse Tätigkeiten aus der *Investigative* Dimension aus.

---

## **Arbeitsgruppentreffen**

Nachdem innerhalb der ersten praktischen Phase vorläufige Erkenntnisse zu den Hypothesen gesammelt wurden, geht es im Arbeitsgruppentreffen um die Diskussion dieser. Dazu treffen sich jeweils zwei Kleingruppen und tauschen sich im Sinne von „Critical Friends“ (Costa & Kallick, 1993) über ihre Vorgehensweise und die Fortschritte der ersten praktischen Phase aus. Hierbei werden beispielsweise Probleme mit dem experimentellen Aufbau oder Verletzungen der Variablenkontrollstrategie thematisiert und mögliche Lösungen durch konstruktive Vorschläge der jeweils anderen Gruppe eingebracht. Die Schüler:innen lernen durch den diskursiven Austausch mit einer anderen Kleingruppe Tätigkeiten aus der *Networking* Dimension kennen. Durch den kollegialen Diskurs in den Kleingruppen wird die Relevanz und die Nützlichkeit der Vernetzung mit anderen „Expert:innen“ deutlich (s. „Transfer von Ergebnissen“ in Wentorf, 2015, 15 ff.). Sofern theoretische auf experimentelle Kleingruppen treffen, wird auch hier nochmal die Wechselwirkung von Theorie und Experiment in der Physik deutlich.

## **Experimentieren und Simulieren II**

Aufbauend auf den Erkenntnissen des Arbeitsgruppentreffens arbeiten die Kleingruppen weiter daran, ihre Hypothese zu überprüfen. Durch die vorangegangenen Phasen können die Schüler:innen hier zielgerichteter und stärker an den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen orientiert, vorgehen. Dieses „praewissenschaftliche Vorgehen“ (Ungermann, 2022, S. 80) wird durch gezielte Hilfestellungen weiter unterstützt und in dieser Phase wird auch vermehrt darauf geachtet, dass die Schüler:innen ihre Vorgehensweise und Ergebnisse in Form von kurzen Textbausteinen, Skizzen, Graphen oder Tabellen auf einem digitalen Poster festhalten. Es werden dadurch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen der *Realistic*, *Investigative* und *Artistic* Dimension nachempfunden.

## **Schüler:innen-Konferenz**

Ganz im Sinne der wissenschaftlichen Praxis werden die Ergebnisse der Kleingruppen auf einer Schüler:innen-Konferenz anhand von Postern präsentiert und zur Diskussion gestellt. Hier steht dementsprechend die *Networking* Dimension im Zentrum. Das Plenum ist angehalten, kritische Fragen zu stellen und Anmerkungen bezüglich der eigenen Erkenntnisse zu machen. Hierbei wird erneut ein besonderer Fokus auf die Verbindung von theoretischen Vorhersagen aus den Simulationen und experimentellen Ergebnissen gelegt. Unstimmigkeiten in den Ergebnissen zwischen Fachgebieten werden diskutiert und Möglichkeiten und Grenzen der experimentellen und Simulationsmethode thematisiert.

---

Am Nachmittag wird das 360° Serious Game „Physics Life“ gespielt, welches im Folgenden kurz dargestellt wird.

### **8.3 360° Serious Game Physics Life<sup>76</sup>**

Im Zuge dieses Promotionsprojektes ist in Zusammenarbeit mit einer wissenschaftlichen Hausarbeit für das erste Staatsexamen an Gymnasien (Weiss, 2022) und in Kooperation mit der Hochschuldidaktischen Arbeitsstelle der TU Darmstadt das digitale Lernspiel „Physics Life“ entstanden. In diesem 360° Serious Game schlüpfen die Schüler:innen in die Rolle einer/eines Doktorand:in der theoretischen Physik des SFB 1245 und müssen verschiedene Rätsel auf spielerische Art und Weise lösen. Sie erleben dabei direkt und indirekt Tätigkeiten aus dem Arbeitsalltag in der theoretischen Kern- und Astrophysik. Im Folgenden werden in Kürze die Grundlagen von Serious Games, die konzeptionellen Überlegungen und der Inhalt des Spiels dargestellt.

#### **Serious Games**

Serious Games stellen nach Jacob und Teuteberg (2017) eine Unterkategorie des „Game-Based Learnings“ dar. „Das Erlernen von Wissen auf Basis eines Spiels ...“ (ebd. 2017, S. 98) steht dabei im Zentrum. Werden diese Lernspiele digital umgesetzt, so handelt es sich entsprechend um „Digital Game-Based Learning“ oder in dem vorliegenden Fall um ein digitales Serious Game (ebd. 2017, S. 99). Die Idee, Wissen durch Spiele zu vermitteln, ist dabei nicht neu, wie eine frühe Abhandlung von Abt (1987) zu digitalen und nicht digitalen Serious Games zeigt. Eine Aufstellung von Djaouti et al. (2011) zur historischen Entwicklung von Serious Games zeigt dabei, dass diese neben dem Einsatz beispielsweise im militärischen oder wirtschaftlichen Bereich schon seit jeher für Bildungszwecke eingesetzt wurden. Gleichzeitig wird bis heute eine kontroverse Debatte darüber geführt, ob und wie sich Spiele überhaupt für Lern- und Lehrzwecke instrumentalisieren lassen (z. B. in Kerres et al., 2009). Djaouti et al. (2011) überspitzen den Begriff des Serious Games in dieser Debatte gar als Oxymoron und damit als Widerspruch in sich selbst. Gleichwohl gibt es immer wieder Studien, die die Wirksamkeit von Serious Games zur Vermittlung von Lerninhalten und deren motivationsfördernde

---

<sup>76</sup> Teile dieses Kapitels sind bereits in Weiss et al. (2023) veröffentlicht.

---

Eigenschaften bestätigen (Checa & Bustillo, 2020; Chittaro & Buttussi, 2015; Connolly et al., 2012; Eckardt et al., 2017).

### **Konzeptionelle Überlegungen zum Spiel „Physics Life“**

Ausgehend von dem Wunsch eine niederschwellige und im Vergleich zu Laborrundgängen oder Ähnlichem mit wenig personellem Aufwand verbundene Möglichkeit zu finden, Schüler:innen einen authentischen Einblick in die Arbeit von Forschenden der Physik zu ermöglichen, entstand die Idee eines digitalen Lernangebots. Einen ähnlichen Ansatz zur digitalen Vermittlung von NOST Inhalten liefern Stamer et al. (2020), die Videos für die Vermittlung des Arbeitsalltages in den Naturwissenschaften in einem Schülerlabor einsetzen. Stamer (2019) weist in ihrer Arbeit zusätzlich darauf hin, dass der Einsatz von immersiver 360°-Technologie unter Verwendung von Virtual Reality (VR) Brillen zu noch authentischeren Einblicken führen könnte. In der Tat zeigt sich, dass ein erhöhter Immersionsgrad zu besseren Lernergebnissen führt (Chittaro & Buttussi, 2015; Makransky & Mayer, 2022). Immersiven Lernspielen wird dabei die Fähigkeit nachgesagt, authentische Einblicke in einen Sachverhalt möglich zu machen (Jacobson, 2017). Da VR-Brillen jedoch nicht flächendeckend an Schulen zur Verfügung stehen und die Entwicklung von VR-Umgebungen nicht ohne Vorkenntnisse möglich ist, bedarf es einer weniger kostspieligen und anspruchsvollen immersiven Technologie. Um die Vorteile von Game-Based-Learning zu nutzen und gleichzeitig ein niederschwelliges Angebot für den Einsatz in Schulen und außerschulischen Lernorten beizubehalten, wurde sich in dem vorliegenden Projekt für den Einsatz von der 360°-Technologie als gangbaren Mittelweg entschieden. Bei dem vorliegenden 360° Serious Game „Physics Life“ handelt es sich um ein Point-and-Click Spiel, das in realen Räumlichkeiten und Laboren der TU Darmstadt spielt. Um ein möglichst authentisches Abbild der Realität zu erreichen, wurden echte Räumlichkeiten und Personen, die mittels einer 360° Kamera aufgenommen wurden, verwendet. Die Story des Spiels wurde so konzipiert, dass Tätigkeiten von Physiker:innen verschiedener Statusgruppen aus allen sieben RIASEC+N Dimensionen vorkommen. Das Spiel dauert etwa 70 Minuten und ist für Schüler:innen ab der achten Klasse gedacht. Besonderes physikalisches Vorwissen wird nicht benötigt.

### **Inhalt des Spiels Physics Life**

Die Story des Spiels lässt sich nach Weiss (2022) wie folgt zusammenfassen. In Physics Life schlüpfen die Schüler:innen in die Rolle eines Doktoranden oder einer Doktorandin der theoretischen Physik, deren Aufgabe es ist, eine Simulation am Computer zu vollenden. Das Spiel beginnt in einem Büro, wo die Spieler:innen erfahren, dass sie bereits einen Antrag auf

---

Rechenzeit an einem Hochleistungsrechner gestellt haben und nur noch auf die Genehmigung warten. Diese Genehmigung wird noch erteilt, während die Spieler:innen das Büro erkunden. Es wird schnell klar, dass die Simulation bis zum Beginn der genehmigten Rechenzeit fehlerfrei funktionieren muss. Im weiteren Spielverlauf müssen daher drei Fehler in der Simulation behoben werden. Zur Fehlerbehebung sind die Literaturrecherche in einer Bibliothek und der Austausch mit anderen Physiker:innen auf einer Konferenz notwendig. Nur so können die erforderlichen Informationen gesammelt werden. Außerdem benötigen die Spielenden experimentelle Vergleichsdaten, die von einer befreundeten Experimentalphysikerin zur Verfügung gestellt werden und in ihrem Labor abgeholt werden müssen. Zusätzlich zu ihrer Forschung müssen die Schüler:innen zwischendurch auch alltägliche Aufgaben aus dem Arbeitsalltag von Physiker:innen bewältigen, wie die Betreuung von Übungen, den Austausch mit der eigenen Arbeitsgruppe und die Teilnahme an Konferenzen, für die zuvor ein Poster gestaltet werden muss.

### **Erprobung und Evaluierung**

Das Spiel wurde im Zuge der Erstellung in mehreren Schleifen überprüft und angepasst. Nachdem die Spiellogik und Story durch zahlreiche Testläufe erprobt waren, sollte das Spiel auch hinsichtlich seiner Authentizität überprüft werden. Da die im Spiel präsentierten Tätigkeiten an den Arbeitsalltag von Doktorand:innen des SFB 1245 angelehnt sind, wurde das Spiel durch vier Doktorand:innen des SFB 1245 getestet. Die Darstellung der Tätigkeiten im Spiel wurde trotz der vorgenommenen Vereinfachungen mehrheitlich als realistisch und gelungen eingeschätzt. So wurde die Frage nach der Authentizität der Darstellungen im Spiel beispielsweise wie folgt beantwortet<sup>77</sup> (s. auch Weiss et al., 2023).

I think it does a great job representing all the work that happens over the course of research work. I think the connections between the tasks were well motivated and the story fit together well. It was also encouraging to have to list what one accomplished and see really how many responsibilities are contained in research work. (Doktorand:in SFB 1245, Persönliche Mitteilung, 11/2022)

---

<sup>77</sup> Das Feedback wurde per E-Mail an den Verfasser dieser Arbeit gesendet. Um die Anonymität der Rückmeldungen zu gewährleisten, wird nur auf die persönlichen Mitteilungen durch Doktorand:innen des SFB 1245 verwiesen.

---

Ich denke, dass das Spiel den Alltag als Theoretiker ... ziemlich gut wiedergibt. Gefehlt hat mir vor allem, dass wir doch auch abseits von Meetings viel (auch gerade über kleine Probleme) mit ... Kollegen [sic] reden und diskutieren. (Doktorand:in SFB 1245, Persönliche Mitteilung, 11/2022)

Durch eine anschließende zielgruppengerechte Think-Aloud-Durchführung mit einer kleinen Stichprobe (N=4) konnte auch die Verständlichkeit und Nutzbarkeit in der entsprechenden Altersklasse bestätigt werden (Weiss et al., 2023). Das Spiel ist darüber hinaus Teil der Projektwoche und des Schülerlabors (s. Abschnitt 8.1 und 8.2). Weitere Überprüfungen zur Wirksamkeit des Spiels, insbesondere im Vergleich zu einem vergleichbaren Angebot, stehen noch aus.

---

## 9 Interventionsstudie zur Projektwoche<sup>78</sup>

---

Nachfolgend wird die begleitende Interventionsstudie zur Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“<sup>79</sup> beschrieben. Dazu werden zunächst die zugrunde gelegten Forschungsfragen thematisiert. Anschließend wird die Stichprobe und das Vorgehen in der Erhebung näher beschrieben, bevor die Ergebnisse dargestellt und diskutiert werden. Eine ausführliche Beschreibung des Programmes der Projektwoche findet sich in Kapitel 8.1.

### 9.1 Forschungsfragen

Um den Einfluss der Projektwoche auf motivationale Merkmale sowie die Vorstellungen zum Arbeitsalltag von Forschenden in der Physik von Schüler:innen zu untersuchen, wurden folgende Forschungsfragen mit korrespondierenden Hypothesen aufgestellt.

- (F2.1) Welchen Einfluss hat der Besuch der Projektwoche auf das Interesse an physikalischen Inhalten und Berufen sowie dem Schulfach und auf die Sichtweisen zum Image der Physik der Schüler:innen direkt und acht Wochen nach dem Angebot? Wie authentisch nehmen die Schüler:innen dabei die Projektwoche wahr?**

Die Projektwoche ist in der Lage, ein großes situatives Interesse der Schüler:innen an physikalischen Inhalten direkt im Anschluss an das Angebot hervorzurufen. Ein Einfluss auf das individuelle Interesse der Schüler:innen wird nicht erwartet, da die Stichprobe bereits auf einem hohen Interessenniveau in die Woche startet. Das Image der Physik kann durch den Besuch verbessert und die Berufswahlintention gesteigert werden. Es wird vermutet, dass die positiven Effekte jeweils auch acht Wochen nach der Intervention noch nachweisbar sind.

- (F2.2) Wie unterscheiden sich die Vorstellungen von Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe zu dem Tätigkeitsspektrum von Forschenden in der Physik vor sowie direkt und acht Wochen nach der Projektwoche?**

Es wird vermutet, dass die Schüler:innen vor der Projektwoche stereotypische Vorstellungen aufweisen. Nach der Projektwoche können die Schüler:innen das

---

<sup>78</sup> Teile dieses Kapitels wurden bereits veröffentlicht in Kriegel und Spatz (2024a).

<sup>79</sup> Im Folgenden nur noch die Projektwoche.

---

Tätigkeitsspektrum in der physikalischen Forschung differenziert beschreiben. Insbesondere die theoretische Physik taucht nach der Projektwoche vermehrt in den Vorstellungen der Jugendlichen auf. Die Vorstellungen verbleiben auch acht Wochen nach der Projektwoche auf einem ähnlich guten Niveau.

**(F2.3) Inwiefern verändert der Besuch der Projektwoche die Vorstellungen der Schüler:innen bezogen auf die Selbsteinschätzungen der Physiker:innen zu ihrem Arbeitsalltag?**

Es wird angenommen, dass die Schüler:innen nach der Projektwoche in der Lage sind, die Tätigkeiten von Physiker:innen adäquater einzuschätzen. Sie können dabei zwischen verschiedenen Statusgruppen und der experimentellen und theoretischen Physik unterscheiden.

## **9.2 Methode und Stichprobe**

Für die Projektwoche wurde eine Ausschreibung an Gymnasien im Einzugsgebiet der TU Darmstadt gesendet, woraufhin sechs Schulen ihr Interesse an einer Teilnahme bekundeten. Daraufhin wurde die Durchführung der Projektwoche für jeweils drei Gruppen im März und drei im Juli 2023 geplant. Nach einer kurzfristigen Absage einer Schule konnten im Sommer nur zwei Schulen das Programm wahrnehmen. Die Auswahl für das Angebot geeigneter Schüler:innen oblag den Lehrkräften der entsprechenden Schulen. Dabei sollte gemäß der konzeptionellen Gestaltungsmerkmale der Projektwoche (s. Abschnitt 8) eine gemischte, paritätisch besetzte Gruppe von etwa 20 Schüler:innen aus verschiedenen Jahrgangsstufen und Schulklassen zusammengestellt werden. Ein Grundinteresse an physikalischen Inhalten wurde im Gegensatz zu besonderen fachlichen Leistungen vorausgesetzt. Insgesamt konnten an dem Angebot knapp 100 Schüler:innen, verteilt auf fünf Gruppen, teilnehmen.

Die begleitenden Erhebungen wurden im Prä- und Posttest jeweils direkt vor dem ersten und nach dem letzten Programmpunkt der Projektwoche und der Follow-Up-Test im Schulunterricht anhand des Online-Fragebogens durchgeführt. Insgesamt liegen im Prätest  $N_{pw\_prä} = 96$ , im Posttest  $N_{pw\_post} = 94$  und im Follow-Up-Test  $N_{pw\_fu} = 35$  Datensätze vor. Die geringe Teilnehmendenzahl im Follow-Up-Test lässt sich damit begründen, dass die betreuenden Lehrkräfte nicht alle Schüler:innen auch selbst unterrichten. Die Weitergabe des Fragebogens an Fachkolleg:innen beziehungsweise Termenschwierigkeiten für ein gemeinschaftliches

Ausfüllen des Fragebogens stellten hier wesentliche Hindernisse dar. Es mussten im Prä- und Posttest keine ungültigen Datensätze für die Auswertung entfernt werden. Im Follow-Up-Test wurden sieben Datensätze entfernt, da hier ganze Abschnitte des Fragebogens unausgefüllt blieben und mehrere Seiten übersprungen wurden. Für die Auswertung werden daher nur  $N_{pw\_fu} = 27$  Datensätze verwendet. In Tabelle 31 sind wesentliche soziodemografische Daten der finalen Stichprobe dargestellt. Im Datensatz befindet sich eine Person mit nicht binärem Geschlecht. Deren Angaben gehen bei geschlechtsspezifischen Analysen nicht mit ein.

Tabelle 31: Verteilungen und Mittelwerte für die Stichproben der Projektwochen (Geschlecht, Alter in Jahren, die letzte Schulnote in Physik sowie die Verteilung auf die Jahrgänge).

Datensatz	N	Geschlecht		Jahrgang			Alter in Jahren Mittelwert $\pm$ SD	Schulnote Physik Mittelwert $\pm$ SD
		m	w	8	9	10		
pw_pre	96	60	35	16	40	40	15.02 $\pm$ 0.87	1.56 $\pm$ 0.78
pw_post	94	55	38	19	37	38	15.05 $\pm$ 0.88	1.53 $\pm$ 0.74
pw_fu	27	12	15	1	8	18 <sup>80</sup>	15.33 $\pm$ 0.68	1.30 $\pm$ 0.72

Die unterschiedliche Anzahl an Schüler:innen im Prä- und Posttest, sowie deren Verteilung auf die Jahrgänge kommt dadurch zustande, dass zu einigen Messzeitpunkten Jugendliche beispielsweise aufgrund von Krankheit nicht anwesend waren. Für die Analyse werden dabei nur Datensätze von Schüler:innen verwendet, die an mindestens drei der vier Tagen anwesend waren. Von den 27 Datensätzen im Follow-Up-Test lassen sich 15 über alle drei Messzeitpunkte anhand des SGIC eindeutig zuordnen. Für vier weitere Datensätze ist eine Zuordnung vom Prä- zum Follow-Up-Test möglich. Personenbezogene Vergleiche sind damit zwischen Prä- und Posttest für  $N=15$  und von Prä- zum Follow-Up-Test für  $N=19$  Teilnehmende möglich.

---

<sup>80</sup> Zwei dieser Schüler:innen geben an in der 11. Jahrgangsstufe zu sein. Da diese die letzte Projektwoche besucht haben und der Follow-Up-Test somit im darauffolgenden Schuljahr erfolgte, werden sie zur Gruppe der 10. Jahrgangsstufe gezählt.

## 9.3 Ergebnisse

### 9.3.1 Motivationale und affektive Aspekte

Tabelle 32 gibt eine Übersicht über das individuelle Interesse an der Physik sowie die Beliebtheit des Schulfaches der Schüler:innen der Projektwoche. Es zeigt sich, dass sich die Stichprobe der Projektwochen geschlechtsunabhängig durch ein hohes Sach- und Fachinteresse an Physik über alle drei Messzeitpunkte hinweg auszeichnet. Das Schulfach Physik ist in der Stichprobe sehr beliebt. Vom Prä- zum Posttest nehmen die Werte für das Fachinteresse leicht ab, während das Sachinteresse leicht zunimmt. Beide Unterschiede sind dabei nicht signifikant. Die Stichprobe der Follow-Up-Erhebung zeichnet sich im Vergleich zur gesamten Prä- und Post-Stichprobe durch höhere Werte im Interesse und der Beliebtheit aus. Vergleicht man allerdings nur die gematchten Datensätze, so sind die Unterschiede auch hier nicht signifikant. Es wird daher von einer gewissen Selbstselektion im Follow-Up-Test ausgegangen.

Tabelle 32: Mittelwerte und Standardabweichung für alle drei Messzeitpunkte der Projektwoche für das individuelle Interesse sowie die Beliebtheit des Schulfaches Physik (von 1: „stimmt nicht“ bis 5: „stimmt völlig“).

	<b>Geschlecht</b>	<b>Sachinteresse Mittelwert ± SD</b>	<b>Fachinteresse Mittelwert ± SD</b>	<b>Fachbeliebtheit Physik Mittelwert ± SD</b>
<b>pw_pre</b>	männlich	3.45 ± 0.94	3.82 ± 0.89	4.47 ± 0.81
	weiblich	3.45 ± 0.77	3.91 ± 0.70	4.20 ± 0.76
	<b>Gesamt</b>	<b>3.46 ± 0.88</b>	<b>3.86 ± 0.82</b>	<b>4.38 ± 0.80</b>
<b>pw_post</b>	männlich	3.56 ± 0.95	3.72 ± 0.84	4.52 ± 0.72
	weiblich	3.57 ± 0.87	3.71 ± 0.86	4.16 ± 0.89
	<b>Gesamt</b>	<b>3.58 ± 0.92</b>	<b>3.73 ± 0.85</b>	<b>4.38 ± 0.81</b>
<b>pw_fu</b>	männlich	3.71 ± 0.84	4.39 ± 0.72	4.83 ± 0.39
	weiblich	3.93 ± 0.87	4.0 ± 0.73	4.33 ± 0.72
	<b>Gesamt</b>	<b>3.83 ± 0.85</b>	<b>4.17 ± 0.74</b>	<b>4.56 ± 0.64</b>

Nachfolgend ist das durch die Projektwoche geweckte situative Interesse der Schüler:innen aus dem Post- und Follow-Up-Test dargestellt (s. Abb. 22). Es ist ersichtlich, dass die Projektwoche in allen drei Komponenten von den Schüler:innen als insgesamt sehr interessant eingestuft wird. Der positive Eindruck verbleibt auch acht Wochen nach dem Besuch der Projektwoche noch auf diesem hohen Niveau.

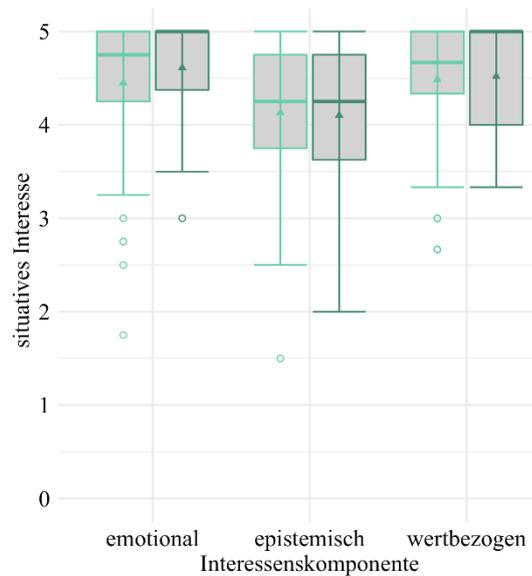


Abb. 22: Situatives Interesse von Schüler:innen im Post- (links) und Follow-Up-Test (rechts) der Projektwoche (von 1: „stimmt nicht“ bis 5: „stimmt völlig“).

Insgesamt geben die Jugendlichen in der epistemischen Komponente an, etwas weniger, aber dennoch stark interessiert zu sein. In der emotionalen und wertbezogenen Komponente erreichen die Schüler:innen ähnlich hohe Werte zu beiden Messzeitpunkten. Diese Ergebnisse gelten für beide Geschlechter gleichermaßen (s. Tabelle 33), wobei die Mädchen in allen Komponenten leicht höhere Werte erreichen. Interessanterweise haben die Jungen in der epistemischen Komponente im Posttest niedrigere (0.3 Skalenpunkte) und im Follow-Up-Test deutlich niedrigere (0.56 Skalenpunkte) Werte als die Mädchen. Eine Analyse der Items innerhalb der Skala zeigt, dass insbesondere die Items *AIEp3* „Bei der Projektwoche bin ich auf neue Ideen gekommen“ (pw\_post:  $M_{AIEp3,J} = 3.64$ ,  $SD=1.14$ ;  $M_{AIEp3,M} = 4.11$ ,  $SD=0.92$ ; pw\_fu:  $M_{AIEp3,J} = 3.58$ ,  $SD=1.68$ ;  $M_{AIEp3,M} = 4.07$ ,  $SD=1.28$ ) und *AIEp4* „Ich würde gerne mehr über den Arbeitsalltag von Physiker:innen erfahren“ (pw\_post:  $M_{AIEp4,J} = 3.49$ ,  $SD=1.30$ ;  $M_{AIEp4,M} = 4.0$ ,  $SD=0.99$ ; pw\_fu:  $M_{AIEp4,J} = 3.0$ ,  $SD=1.28$ ;  $M_{AIEp4,M} = 4.07$ ,  $SD=0.70$ ) für diesen Unterschied verantwortlich sind.

Tabelle 33: Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen im situativen Interesse der Jungen und Mädchen im Post- und Follow-Up-Test der Projektwoche (von 1: „stimmt nicht“ bis 5: „stimmt völlig“).

	Geschlecht	emotionale Komponente Mittelwert ± SD	epistemische Komponente Mittelwert ± SD	wertbezogene Komponente Mittelwert ± SD
pw_post	männlich	4.39 ± 0.70	4.0 ± 0.77	4.43 ± 0.65
	weiblich	4.52 ± 0.58	4.30 ± 0.67	4.55 ± 0.65
	Gesamt	4.45 ± 0.65	4.13 ± 0.74	4.49 ± 0.65
pw_fu	männlich	4.67 ± 0.48	3.79 ± 0.99	4.42 ± 0.62
	weiblich	4.57 ± 0.6	4.35 ± 0.57	4.60 ± 0.58
	Gesamt	4.61 ± 0.54	4.10 ± 0.82	4.52 ± 0.59

Nachfolgend sind die Einschätzungen der Jungen und Mädchen zum Image der Physik als Wissenschaft und als Unterrichtsfach vor dem Besuch der Projektwoche dargestellt (s. Abb. 23 und Abb. 24)<sup>81</sup>. Es zeigt sich, dass die Schüler:innen vor der Projektwoche sowohl der Physik als Wissenschaft, als auch dem Unterrichtsfach ein stark positives Image zuschreiben. Beide Geschlechter kommen hierbei zu einer ähnlichen Einschätzung, wobei das Image des Unterrichtsfachs von den Jungen und Mädchen gleichermaßen schlechter eingeschätzt wird als das Image der Wissenschaft ( $p_{w_{prä}}: M_{IPU_{gesamt}} = 3.71, SD = 0.70; M_{IPW_{gesamt}} = 4.32, SD = 0.53$ ).

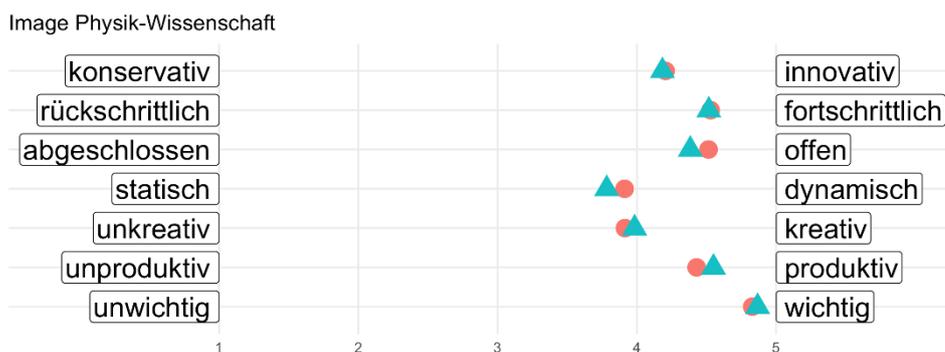


Abb. 23: Mittelwerte zu den Items in der Skala Image der Physik als Wissenschaft für Jungen (Dreieck) und Mädchen (Kreis) im Prätest der Projektwoche.

<sup>81</sup> Aus Gründen der Lesbarkeit wird in diesen Abbildungen auf die Darstellung von Standardabweichungen verzichtet.



Abb. 24: Mittelwerte zu den Items in der Skala Image der Physik als Unterrichtsfach für Jungen (Dreieck) und Mädchen (Kreis) im Prätest der Projektwoche.

Tabelle 34 gibt einen Überblick über die Einschätzungen der Jungen und Mädchen zum Image der Physik als Unterrichtsfach und als Wissenschaft über alle drei Messzeitpunkte.

Tabelle 34: Mittelwerte und Standardabweichungen zum Image der Physik als Wissenschaft und als Unterrichtsfach für Jungen und Mädchen im Prä-, Post- und Follow-Up-Test der Projektwoche (zwischen 1 und 5, je größer, desto positiver).

Image Physik Mittelwert ± SD	pw_pre		pw_post		pw_fu	
	m	w	m	w	m	w
<b>Wissenschaft</b>	4.32 ± 0.53	4.33 ± 0.55	4.53 ± 0.56	4.65 ± 0.37	4.69 ± 0.34	4.55 ± 0.40
<b>Unterrichtsfach</b>	3.75 ± 0.68	3.63 ± 0.73	3.70 ± 0.95	3.51 ± 0.82	3.83 ± 0.71	3.47 ± 1.02

Dabei ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen. Beide Geschlechter kommen demnach im Mittel über alle drei Messzeitpunkte und zu beiden Aspekten des Images zu ähnlichen Einschätzungen. Während das Image der Physik als Unterrichtsfach (s. Abb. 25) über alle drei Messzeitpunkte hinweg relativ stabil ist, nimmt das Image der Physik als Wissenschaft (s. Abb. 26) vom Prä- zum Posttest höchst signifikant mit kleiner Effektstärke zu ( $Z = 3.78, p < 0.001, r = 0.27$ ). Auch vom Prä- zum Follow-Up-Test lässt sich noch ein signifikanter Anstieg im Image der Physik als Wissenschaft mit kleiner Effektstärke erkennen ( $Z = 2.51, p = 0.012, r = 0.23$ ).

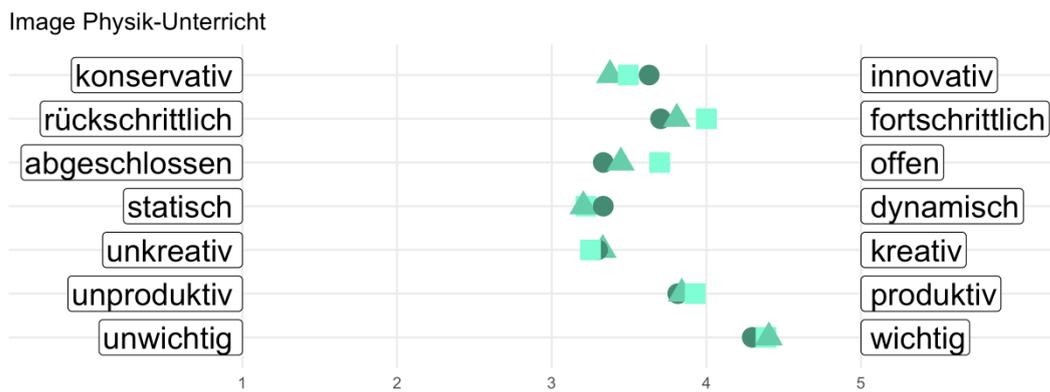


Abb. 25: Mittelwerte zu den Items der Skala "Image der Physik als Unterrichtsfach" im Prä- (Quadrat), Post- (Dreieck) und Follow-Up-Test (Kreis).

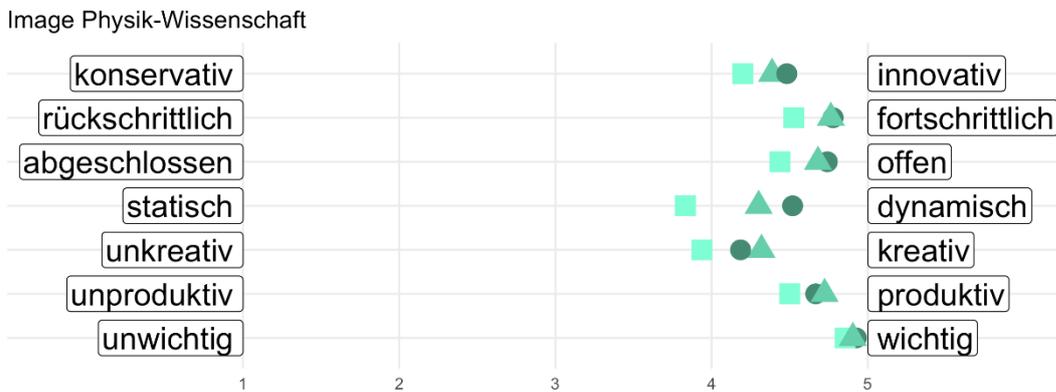


Abb. 26: Mittelwerte zu den Items der Skala "Image der Physik als Wissenschaft" im Prä- (Quadrat), Post- (Dreieck) und Follow-Up-Test (Kreis).

Des Weiteren wird das Programm der Projektwoche von den Schüler:innen direkt nach dem Angebot im Mittel als sehr authentisch wahrgenommen ( $pw_{post}: M_{Auth} = 4.58, SD = 0.60$ ). Dabei kommen Jungen und Mädchen im Mittel zu einer ähnlichen Einschätzung ( $pw_{post}: M_{Auth,J} = 4.54, SD = 0.60; M_{Auth,M} = 4.63, SD = 0.60$ ). Auch acht Wochen nach dem Besuch der Projektwoche wird das Angebot gleichbleibend als sehr authentisch bewertet ( $pw_{fu}: M_{Auth} = 4.64, SD = 0.47$ ). Im Rückblick auf die Projektwoche kommen die Mädchen und Jungen zu ähnlichen Einschätzungen ( $pw_{fu}: M_{Auth,J} = 4.67, SD = 0.43; M_{Auth,M} = 4.62, SD = 0.52$ ).

### 9.3.2 Berufskennntnis

#### Quantitative Ergebnisse

Vor dem Besuch der Projektwoche geben etwa ein Viertel der Schüler:innen ( $N=23$ ) an, eine Person aus ihrem persönlichen Umfeld zu kennen, die als Physiker:in arbeitet. Die Stichprobe gibt vor dem Besuch im Mittel passend dazu an eher wenig über die beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen zu wissen ( $pw_{pre}: M_{BKX3} = 2.41, SD = 0.92$ ), wobei die Jungen ihre subjektive Berufskennntnis etwas höher einschätzen als die Mädchen ( $pw_{pre}: M_{BKX3,J} = 2.57, SD = 0.98; M_{BKX3,M} = 2.14, SD = 0.77$ ). Direkt und acht Wochen nach der Projektwoche liegt die subjektive Berufskennntnis höchst signifikant mit großem Effekt höher als vor dem Besuch ( $pw_{pre}$  und  $pw_{post}: Z = -10.21, p < 0.001, r = 0.74$ ;  $pw_{pre}$  und  $pw_{fu}: Z = -6.60, p < 0.001, r = 0.60$ ). Der Unterschied in der subjektiven Berufskennntnis der Jungen und Mädchen findet sich nach der Projektwoche so nicht mehr ( $pw_{post}: M_{BKX3,J} = 4.29, SD = 0.66; M_{BKX3,M} = 4.11, SD = 0.89; pw_{fu}: M_{BKX3,J} = 3.92, SD = 0.90; M_{BKX3,M} = 4.20, SD = 0.56$ ). Zwischen dem Post- und dem Follow-Up-Test ist kein signifikanter Rückgang der subjektiven Berufskennntnis zu beobachten.

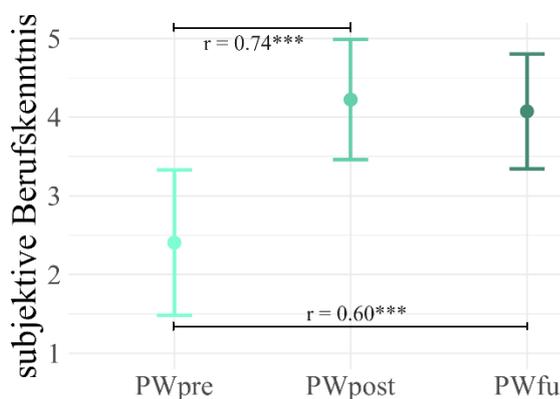


Abb. 27: Mittelwerte und Standardabweichungen für die subjektive Berufskennntnis (BKX3: von 1: "wenig" bis 5: "viel") der Schüler:innen zu den drei Messzeitpunkten der Projektwoche. Signifikante Unterschiede sind mit der Effektstärke und dem Signifikanzniveau gekennzeichnet.

Im Folgenden sind die Einschätzungen der Schüler:innen zu den Tätigkeiten von Physiker:innen über die RIASEC+N Dimensionen für alle Messzeitpunkte der Projektwoche aufgetragen (s. Abb. 28). Dabei wurden für die Abbildung nur die Datensätze, bei denen die Schüler:innen nicht explizit eine spezielle Person (z. B. eine:n Doktorand:in der experimentellen Physik) im anschließenden Freitextfeld beschrieben haben. Außerdem geben die Schüler:innen unabhängig vom Geschlecht und der besuchten Jahrgangsstufe ähnliche Antworten, weswegen sie hier gemeinsam dargestellt sind.

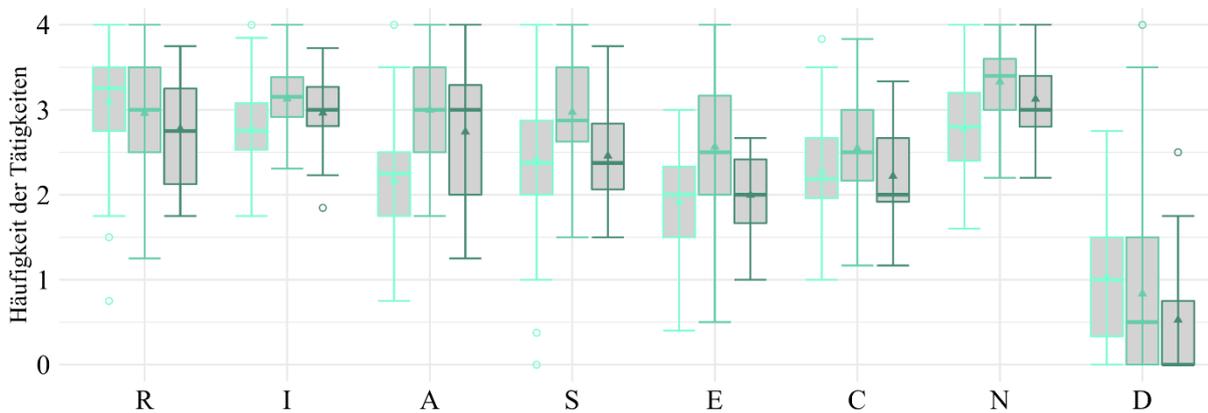


Abb. 28: Boxplot-Diagramme für die Vorstellungen von Schüler:innen zu Tätigkeiten von Forschenden aus der Physik über die RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“). Es sind nur die Personen dargestellt, die keine besondere Spezifikation im Freitextfeld vornehmen (links: pw\_pre N=96, Mitte: pw\_post N=69, rechts: pw\_fu N=19).

Die Schüler:innen im Prätest (N=96) bewerten Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension am höchsten ( $M_{R,prä} = 3.10, SD = 0.64$ ). Alle anderen Dimensionen bewerten die Schüler:innen niedriger und dabei leicht oberhalb der Mitte der Skala. Die Distraktor-Items werden im Mittel von allen Schüler:innen des Prätests abgelehnt ( $M_{D,prä} = 1.03, SD = 0.75$ ). Direkt nach der Projektwoche bewerten die Schüler:innen, die keine besondere Beschreibung vornehmen (N=69), alle Dimensionen mit Ausnahme der *Realistic* Dimension im Mittel höher. Dabei werden dann Tätigkeiten innerhalb der *Networking* Dimension am höchsten bewertet ( $M_{N,post} = 3.28, SD = 0.50$ ), wobei auch hier die Werte für alle Dimensionen nah beieinander liegen. Insgesamt fällt im Vergleich zum Prätest die breitere Streuung der Daten in der *Realistic*, *Enterprising* und *Conventional* Dimension auf. Im Follow-Up-Test nähern sich die Antworten der Schüler:innen, die keine spezielle Person aus der Physik beschreiben (N=19) in allen Dimensionen außer der *Realistic* Dimension und den Distraktoren wieder den Werten aus dem Prätest. Wie Tabelle 35 zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Einschätzungen in allen Dimensionen zwischen dem Prä- und Posttest signifikant voneinander. Zwischen Prä- und Follow-Up-Test lassen sich noch signifikante Unterschiede in der *Artistic* Dimension sowie den Distraktoren finden.

Tabelle 35: Effektstärke, Z-Statistik und korrigierte p-Werte der Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Unterschieden von den Stichproben aus dem Prä-, Post- und Follow-Up-Test der Projektwoche (jeweils nur für Schüler:innen, die keine Spezifikation vornehmen) hinsichtlich deren Einschätzung zum Tätigkeitsspektrum von Physiker:innen.

Vergleich	R	I	A	S	E	C	N	D
pw_pre pw_post	$r = 0.17$ $Z = 2.33$ $p = 0.040$	$r = 0.30$ $Z = -4.12$ $p < 0.001$	$r = 0.54$ $Z = -7.43$ $p < 0.001$	$r = 0.31$ $Z = -4.28$ $p < 0.001$	$r = 0.34$ $Z = -4.75$ $p < 0.001$	$r = 0.14$ $Z = -1.99$ $p = 0.047$	$r = 0.46$ $Z = -6.39$ $p < 0.001$	$r = 0.26$ $Z = 3.58$ $p = 0.001$
pw_pre pw_fu	n.s.	n.s.	$r = 0.27$ $Z = -2.91$ $p = 0.029$	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.27$ $Z = 2.90$ $p = 0.029$

Die Effektstärke wird als Korrelationskoeffizient „ $r$ “ angegeben und nach Cohen (1992) in  $r < 0.30 \rightarrow$  *klein*;  $0.30 \leq r < 0.50 \rightarrow$  *mittel*;  $r \geq 0.50 \rightarrow$  *groß* eingeteilt.

In Tabelle 36 ist die relative Anzahl an „Ich weiß es nicht“-Antworten in den RIASEC+N Dimensionen sowie bei den Distraktoren über alle drei Messzeitpunkte der Projektwoche dargestellt.

Tabelle 36: Relativer Anteil an "Ich weiß es nicht"-Antworten der Schüler:innen zu allen drei Messzeitpunkten der Projektwoche über die RIASEC+N Dimensionen sowie die Distraktoren.

Teilgruppe	R	I	A	S	E	C	N	D
pw_pre	1.6 %	5.2 %	3.6 %	5.7 %	7.6 %	7.6 %	2.9 %	7.0 %
pw_post	1.3 %	3.3 %	2.9 %	2.5 %	5.1 %	5.7 %	0.9 %	8.2 %
pw_fu	0.9 %	4.0 %	4.6 %	5.6 %	6.8 %	3.7 %	0 %	0.9 %

Die Schüler:innen sind vor der Projektwoche bei der Bewertung weniger stereotypischer Tätigkeiten innerhalb der *Enterprising* und *Conventional* Dimension und bei den Distraktoren etwas weniger sicher und wählen in etwa 7 Prozent der Fälle diese Antwortoption aus. Am seltensten wird diese Antwortoption in der *Realistic* gefolgt von der *Networking* Dimension ausgewählt. Direkt nach der Projektwoche nimmt der relative Anteil der „Ich weiß es nicht“-Antworten in jeder RIASEC+N Dimension ab, während der Anteil bei den Distraktor-Items leicht ansteigt. Die Dimensionen, bei denen sich die Schüler:innen vor der Projektwoche eher sicher beziehungsweise unsicher waren, werden auch direkt nach der Projektwoche mit entsprechend sicher oder unsicher eingeschätzt. Nach acht Wochen zeigt sich ein ähnliches Muster, wie direkt nach der Projektwoche, wobei Tätigkeiten innerhalb der *Artistic*, *Social* und *Enterprising* Dimension wieder häufiger mit „Ich weiß es nicht“ bewertet werden. In der *Realistic*

und *Networking* Dimension sowie bei den Distraktoren wird diese Antwortoption im Follow-Up-Test gar nicht mehr beziehungsweise ein einziges Mal gewählt.

Im Posttest nutzen 40 Schüler:innen die Möglichkeit, die beschriebene Person genauer zu spezifizieren. Darunter befinden sich acht Schüler:innen, die explizit eine Person aus der Experimentalphysik beschreiben.<sup>82</sup> Sechs weitere Schüler:innen beschreiben eine:n entsprechende:n Physiker:in beim zweiten Ausfüllen des Abschnittes zu den Tätigkeiten. Im Follow-Up-Test beschreiben fünf Schüler:innen explizit eine Person aus der Experimentalphysik. Die Antworten der entsprechenden Schüler:innen aus dem Post- und Follow-Up-Test zu den Tätigkeiten von Forschenden in der experimentellen Physik sind in Abb. 29 im Vergleich zu der Selbstwahrnehmung der experimentellen Physiker:innen des SFB 1245 dargestellt. Zunächst fällt auf, dass sich die Antworten der Schüler:innen aus dem Post- und Follow-Up-Test, die explizit eine Person aus der Experimentalphysik beschreiben, nur wenig unterscheiden. Im direkten Vergleich werden lediglich Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension von den Schüler:innen des Follow-Up-Tests niedriger eingeschätzt.

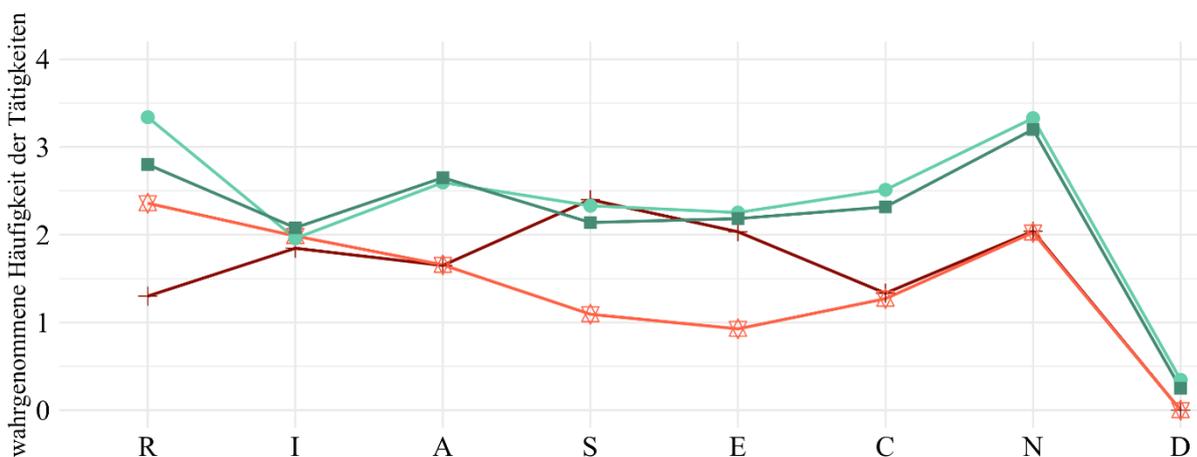


Abb. 29: Wahrgenommene Häufigkeit der Tätigkeiten in der experimentellen Physik in den verschiedenen RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren von Schüler:innen der Projektwoche im Post- (Quadrat: N=14) und Follow-Up-Test (Kreis: N=5, jeweils mit Spezifikation „experimentell“), (Post-)Doktorand:innen (Stern: N=16) sowie Professor:innen (Plus: N=5) (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

<sup>82</sup> Es gibt auch einige Schüler:innen, die explizit eine:n Professor:in der Experimentalphysik beschreiben. Diese sind hier zunächst ausgenommen, werden aber in Abb. 32 dargestellt.

Beim Vergleich zu dem Tätigkeitsprofil der (Post-)Doktorand:innen der experimentellen Physik fällt auf, dass die Schüler:innen relativ gesehen ein sehr ähnliches Profil annehmen. Lediglich die Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* Dimension werden, bedenkt man die allgemeine Überschätzung der anderen Dimensionen, eher unterschätzt.

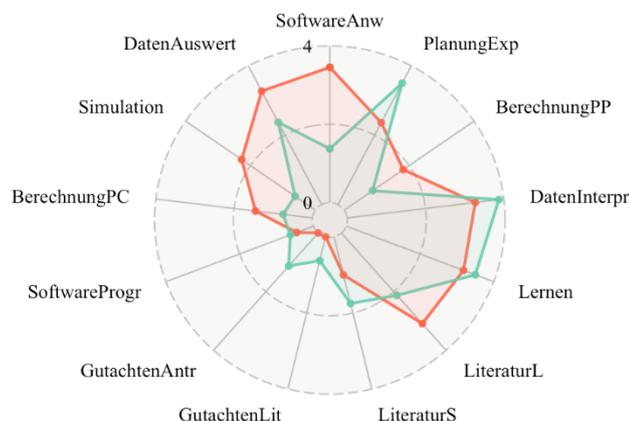


Abb. 30: Mittelwerte zu den Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* Dimension von Schüler:innen aus dem Posttest der Projektwoche, die einen Forschenden der Experimentalphysik beschreiben und den experimentellen (Post-)Doktorand:innen des SFB 1245 (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

Wie die Analyse auf Itemebene in Abb. 30 zeigt, bewerten die Schüler:innen hierbei insbesondere Tätigkeiten mit Software- und Programmierbezug wie „physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen“ oder „bestehende Computersoftware für eigene Experimente anwenden/erweitern“ im Vergleich zu den Physiker:innen eher zu gering. Die Häufigkeit der Tätigkeit „ein Experiment zu planen“ wird eher überschätzt. Im Vergleich zu den Professor:innen der Experimentalphysik werden auch hier Management- und Lehrtätigkeiten aus der *Enterprising* und *Social* Dimension eher unter- und experimentelle Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension eher überschätzt.

Neun Schüler:innen nutzen beim ersten und fünf weitere beim zweiten Ausfüllen des Abschnittes zu den Tätigkeiten im Posttest die Möglichkeit der Spezifikation, indem sie explizit eine Person aus der theoretischen Physik beschreiben.<sup>83</sup> Drei Schüler:innen aus dem Follow-Up-Test konkretisieren die beschriebene Person ebenso als theoretische:n Physiker:in. Das von diesen Schüler:innen angenommene Tätigkeitsprofil wird in Abb. 31 mit der

<sup>83</sup> Auch hier sind Personen, die explizit eine:n Professor:in der theoretischen Physik beschreiben, zunächst ausgenommen.

Selbstwahrnehmung von den Forschenden des SFB 1245 aus der theoretischen Physik verglichen.

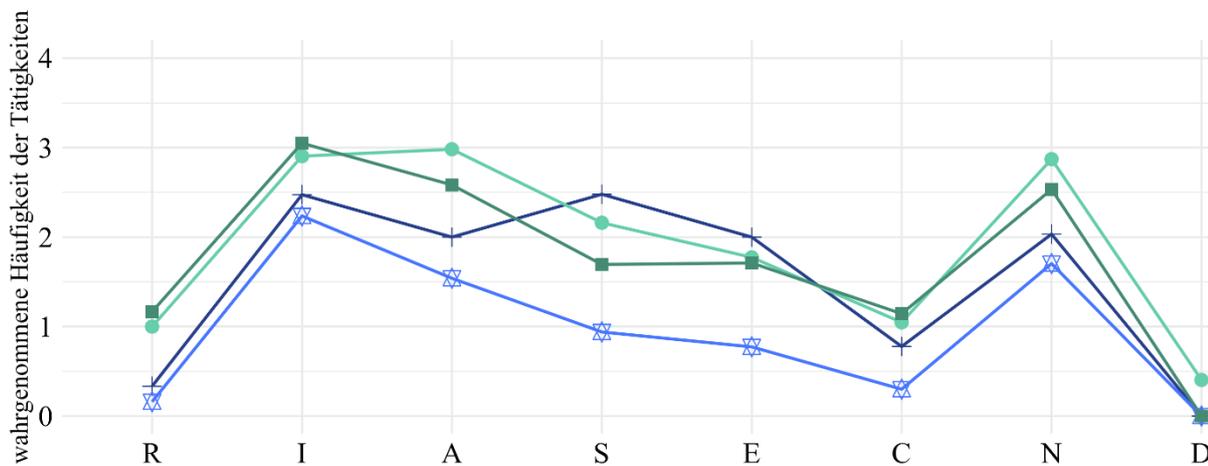


Abb. 31: Wahrgenommene Häufigkeit der Tätigkeiten in der theoretischen Physik in den verschiedenen RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren von Schüler:innen der Projektwoche im Post- (Quadrat: N=14) und Follow-Up-Test (Kreis: N=3, jeweils mit Spezifikation „theoretisch“), (Post-)Doktorand:innen (Stern: N=25) sowie Professor:innen (Plus: N=6) (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

Auch bei diesen Teilstichproben zeichnen sich die Schüler:innen aus dem Posttest durch ähnliche Einschätzungen wie die Schüler:innen des Follow-Up-Tests aus. Das von den Schüler:innen angenommene Tätigkeitsprofil ähnelt stark jenem der (Post-)Doktorand:innen der theoretischen Physik, wenn von der pauschalen Überschätzung aller Dimensionen abgesehen wird. Insbesondere experimentbezogene Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* und *Conventional* Dimension werden hier nicht mehr als Teil des Arbeitsalltages der beschriebenen Physiker:innen angesehen. Auch im Vergleich zu den Professor:innen findet sich diese Ähnlichkeit, wobei erneut die Tätigkeiten der *Social* und *Enterprising* Dimension unterschätzt werden.

Darüber hinaus geben insgesamt elf Schüler:innen des Posttests an, explizit die Tätigkeiten eine:r Professor:in beschrieben zu haben<sup>84</sup>. Im Follow-Up-Test nimmt lediglich eine Person diese Spezifikation vor, weswegen dieser Datensatz im Folgenden nicht mit analysiert wird. Die Antworten jener Schüler:innen aus dem Posttest sind im Vergleich zu den Antworten von Professor:innen der experimentellen und theoretischen Physik des SFB 1245 in Abb. 32

<sup>84</sup> Da hierbei nicht alle Schüler:innen spezifizieren, ob sie ein:e Professor:in der theoretischen oder experimentellen Physik beschreiben, werden die Antworten der Schüler:innen mit der Spezifikation „Professor:in“ alle gemeinsam betrachtet.

dargestellt. Auch hier zeigt sich eine allgemeine Überschätzung aller Dimensionen von etwa einem Skaleneinheit. Hierbei ist ersichtlich, dass die Schüler:innen annehmen, dass insbesondere Tätigkeiten innerhalb der *Social* und *Networking* Dimension den Arbeitsalltag von Professor:innen konstituieren. Der Vergleich zu den Tätigkeitsprofilen von den Professor:innen zeigt, dass die Schüler:innen deren Tätigkeiten relativ gesehen gut einschätzen können. Da hier die Antworten der Schüler:innen, ungeachtet der Spezifikation auf theoretische oder experimentelle Physik gemeinsam betrachtet werden, ist der Unterschied zu den Profilen der Professor:innen bei stark experimentell geprägten Tätigkeiten der *Realistic* und *Conventional* Dimension erwartbar groß.

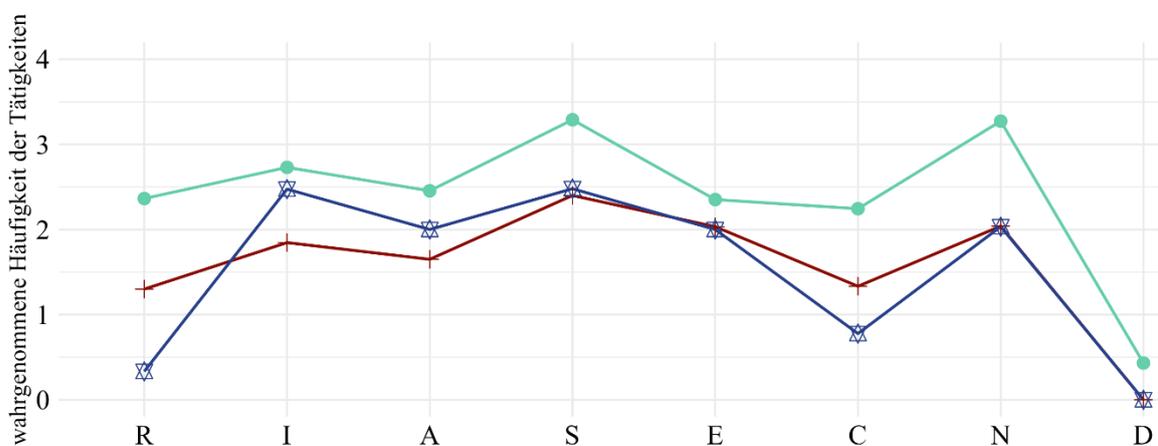


Abb. 32: Wahrgenommene Häufigkeit der Tätigkeiten von Physikprofessor:innen in den verschiedenen RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren von Schüler:innen der Projektwoche im Posttest (Kreis: N=11 mit Spezifikation „Professor:in“) sowie Professor:innen der theoretischen (Stern: N=6) und experimentellen Physik (Plus: N=5) (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

### Qualitative Ergebnisse

Im Freitextfeld zu den Tätigkeiten von Physiker:innen geben die Schüler:innen im Prätest der Projektwoche im Mittel mit  $M_{pw\_pre} = 2.03$  Tätigkeiten pro Schüler:in sehr kurze Antworten, während sie direkt und acht Wochen nach der Projektwoche deutlich mehr Tätigkeiten nennen können beziehungsweise wollen (durchschnittliche Anzahl genannter Tätigkeiten pro Schüler:in  $M_{pw\_post} = 4.37$ ;  $M_{pw\_fu} = 3.59$ ). Entsprechend sind in Abb. 33 die relativen Anzahlen der Schüler:innen zu den drei Messzeitpunkten der Projektwoche aufgetragen, die eine entsprechende Anzahl an Tätigkeiten in dem Freitextfeld genannt haben. Es zeigt sich, dass im Prätest keine:r der Schüler:innen mehr als fünf Tätigkeiten nennt. Gleichzeitig nennen fast alle Schüler:innen mindestens eine Tätigkeit. Die Antworten der Schüler:innen bestehen dabei häufig auf Pauschalisierungen wie „Erforschung natürlicher Phänomene“ (Case 703) oder „neue Wissenschaftliche [sic] Kenntnisse im Fachbereich Physik zu erlangen“ (Case 696). Zahlreiche

Antworten beziehen sich außerdem auf Inhaltsbereiche und weniger auf Tätigkeiten von Physiker:innen (z. B. Case 210: „Ein Physiker [sic] untersucht jetzt z. B. die Erdanziehungskraft. Er könnte darauf dieses Phänomen dann untersuchen, feststellen und auch eine Formel dazu aufstellen“). Lediglich bei den Antworten von drei Schüler:innen lässt sich eine Differenzierung von theoretischer und experimenteller Physik erahnen (z. B. Case 1043: „... manchmal ein bisschen experimentieren, viel Theorie, mit Programmen mögliche Ergebnisse simulieren ...“). Insgesamt nennen die Schüler:innen im Prätest keine Tätigkeiten, die sich gar nicht auf den Arbeitsalltag der physikalischen Forschung beziehen lassen.

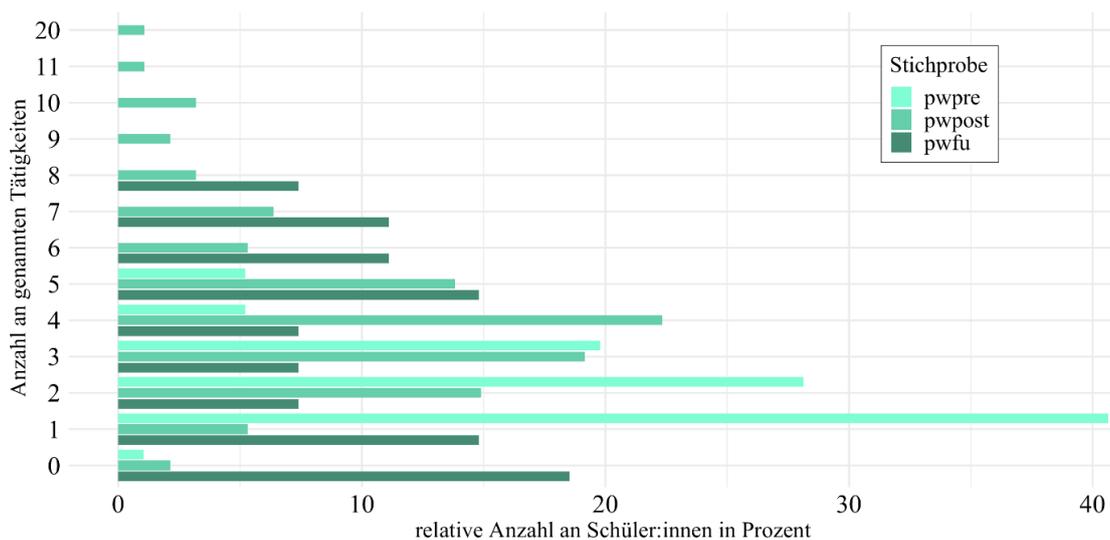


Abb. 33: Relativer Anteil an Schüler:innen des Prä-, Post- und Follow-Up-Tests der Projektwoche, die eine entsprechende Anzahl an Tätigkeiten im Freitextfeld genannt haben. Die vertikale Achse ist im oberen Bereich nicht kontinuierlich dargestellt.

Direkt nach der Projektwoche verschiebt sich der Schwerpunkt der Verteilung deutlich hin zu mehr genannten Tätigkeiten pro Person. Die meisten Schüler:innen nennen dabei etwa vier Tätigkeiten, wobei es nach wie vor auch einige kürzere Antworten gibt (z. B. Case 163: „Mit physikalischen Prozessen und den [sic] Aufbau von alltäglichen Dingen und Prozessen auf physikalischer Ebene“). Direkt nach der Projektwoche werden allerdings auch zahlreiche, teilweise sehr ausführliche und differenzierte Antworten gegeben. Einige Schüler:innen liefern mitunter teils penible Beschreibungen des Tätigkeitsspektrums der physikalischen Forschung. So antwortet ein:e Schüler:in im Freitextfeld:

Je nach Bereich und Wissen: Forschung, Wissen generieren, konstruktive Kritik geben, Lehre, Simulationen erzeugen, im Labor arbeiten, Kern-, Atom- und Astrophysik, Gleichungen, Modelle und Theorien aufstellen und sie nachzuprüfen, sich weiterzubilden, Intesnivkurse [sic] zu besuchen, zu programmieren, Papers zu schreiben, Literatur zu suchen, Beamte einzustellen, Finanzierung von Projekten zu entscheiden, Daten auszuwerten, Forschungsanträge

---

aufzustellen, auf Konferenzen zu gehen, Poster zu erstellen, Vorträge zu halten, Studierende zu betreuen und ihre Ergebnisse zu veröffentlichen. (Case 77)

Dabei enthalten die Antworten nicht nur mehr Tätigkeiten, sondern sind insgesamt ausführlicher. Die Schüler:innen weisen in ihren Antworten außerdem häufiger darauf hin, dass eine pauschale Aussage über die Tätigkeiten von Physiker:innen nicht möglich ist. So nennt ein:e Schüler:in zwar wenig konkrete Tätigkeiten, weist aber dennoch auf das breite und teils stark unterschiedliche Tätigkeitsspektrum in der Physik hin.

Es ist sehr vielfältig. Es gibt Physiker:innen in sowohl Experimentelle als auch Theoretische Bereich [sic]. Und je nachdem sieht dannder [sic] Tagesablauf anders aus. Manche experimentieren, manche arbeiten eher mit Annahmen und versuchen ihre eigenen Annahmen aufzustellen. Diese werden dann durch die Experimente überprüft. (Case 75)

Insgesamt 26 Schüler:innen und damit fast 30 Prozent des Posttests greifen in ihrer Antwort explizit eine Unterscheidung in theoretische und experimentelle Physik auf. Die Antworten der Schüler:innen reichen dabei von kurzen Zusammenfassungen wie „theoretisch und experimentell, simulation und experimente [sic]“ (Case 72) bis hin zu expliziten Unterscheidungen von einzelnen Statusgruppen wie beispielsweise

theoretisch: simulationen, am computer arbeiten, rechnen; experimentell: versuche aufbauen, reparieren, ‘geräte konzipieren’; ansonsten: poster erstellen, arbeitsgruppentreffen, mit studenten arbeiten (bzw eher lehren (profs) oder ‘helfen’ (doktorandinnen)), tagungen [sic]. (Case 147)

oder

Je nach Position/Bildungsstand und Aufgabenbereich (theoretisch experimentell) können die Tätigkeiten sehr verschieden aussehen. Als Beispiel einige mögliche Tätigkeiten eines Doktoranden in der theoretischen Physik: Simulationen programmieren, Rechnungen für Computer vereinfachen, Studenten Übungen geben, ihnen dabei helfen und die Übungen korrigieren, Poster gestalten. (Case 165).

Im Follow-Up-Test finden sich wieder etwas kürzere Antworten. Die Schüler:innen nennen im Mittel etwas weniger als vier Tätigkeiten. Auffällig ist dabei, dass es mit fünf Schüler:innen einen großen Anteil von fast 19 Prozent gibt, der gar keine Tätigkeit nennen kann oder will. Diese Schüler:innen geben dabei Antworten wie „Sie machen das, Wasser [was sie] uns gesagt haben“ (Case 1129) oder „Theorie/Experimentell“ (Case 342). Gleichzeitig nennen mehr als 50 Prozent der Schüler:innen auch acht Wochen nach der Projektwoche noch vier oder mehr unterschiedliche Tätigkeiten und geben teilweise ausführliche und stark differenzierende Antworten wie

Zu Forschen [sic], sich mit anderen Physiker\_innen auszutauschen, zu lernen und anderen etwas beibringen, bei der Betreuung der Tests der Doktoranten [sic] zu helfen und diese zu verbessern,

---

Experimente vorbereiten und durchführen, aber auch Theorien aufstellen, die mit Experimenten verglichen werden. (Case 1127)

oder

Das kommt sehr darauf an, wo der/die Physiker\*in arbeitet. Es kann sein, dass sie [sic] Person nicht einmal mehr was mit der Physik zutun [sic] hat und nun zum Beispiel bei einer Bank arbeitet, wo sie wegen ihrem [sic] Planungsfähigkeiten ausgewählt wurde. Physiker\*innen die in der aktiven Forschung arbeiten, muss man auch noch einmal unterschieden [sic]. Es gibt die experimentellen Physiker\*innen und die Theoretischen. Diese können dann wiederum an einer Uni angestellt sein, oder wo anders arbeiten. Ein/Eine Physiker\*in an einer Uni hilft bei Lerngruppen und Fragen von Studenten genauso mit, wie er/sie bei der Forschung beteiligt ist. Was und wie die Physiker\*innen erforschen ist immer unterschiedlich, aber es geht immer darum neue Dinge zu erfahren oder Theorien aufzustellen, diese Auszuwerten [sic] und anderen Physiker\*innen zugänglich zu machen. (Case 1128).

Auch hier nehmen etwa 30 Prozent der Schüler:innen (N = 8) eine explizite Unterscheidung von theoretischer und experimenteller Physik in ihrer Antwort vor.

In Tabelle 37 sind die Summen der genannten Tätigkeiten für die Stichproben der Projektwoche dargestellt, die sich einer RIASEC+N Dimension zuteilen lassen. Während im Prätest noch etwa 90 Prozent der genannten Tätigkeiten in die *Realistic* und *Investigative* Dimension fallen, reduziert sich dieser Anteil im Post- und Follow-Up-Test gleichermaßen auf knapp unter 70 Prozent. Im Vergleich zum Prätest mit jeweils einer Nennung, werden im Posttest (und relativ gesehen auch im Follow-Up-Test) insbesondere Tätigkeiten der *Artistic* und *Enterprising* Dimension deutlich häufiger, wenn auch immer noch recht selten aufgeführt. Auch Tätigkeiten der *Social* und *Networking* Dimension zeichnen sich durch starke Zuwächse aus und machen direkt und acht Wochen nach der Projektwoche einen Anteil von knapp 20 Prozent der genannten Tätigkeiten aus.

Tabelle 37: Summe der Tätigkeiten in den Freitextantworten, die sich einer der RIASEC+N Dimensionen zuteilen lassen für die drei Messzeitpunkte der Projektwoche (Stichprobengröße in Klammern).

	R	I	A	S	E	C	N
<b>pw_pre</b> (N=96)	48	146	1	6	1	3	12
<b>pw_post</b> (N=94)	75	198	15	41	10	8	50
<b>pw_fu</b> (N=27)	16	45	6	6	2	3	11

---

Im Prätest wird die viel umfassende Tätigkeit des „Forschens“<sup>85</sup> am häufigsten genannt (44 Nennungen). Im Posttest taucht diese Tätigkeit erst an fünfter Stelle gemeinsam mit dem „Programmieren“ mit 15 Nennungen auf. Auch im Follow-Up-Test wird die pauschale Tätigkeit des Forschens nur fünfmal und damit an vierter Stelle genannt. Das „Experimentieren“<sup>86</sup> spielt in den Antworten zu allen drei Messzeitpunkten eine große Rolle und taucht im Post- (66 Nennungen) und Follow-Up-Test (15 Nennungen) an erster und im Prätest (40 Nennungen) an zweiter Stelle der häufigsten Tätigkeiten auf. Während das „Simulieren“<sup>87</sup> im Prätest nur von drei Schüler:innen genannt wird, stellt es im Post- (50 Nennungen) und Follow-Up-Test (9 Nennungen) die am zweithäufigsten genannte Tätigkeit dar. Ein ähnliches Bild zeigt sich in Bezug auf das „Austauschen mit anderen Physiker:innen“<sup>88</sup>. Im Prätest werden solche Tätigkeiten lediglich dreimal genannt. Im Post- (24 Nennungen) und Follow-Up-Test (6 Nennungen) stellt es jeweils die am dritthäufigsten genannte Tätigkeit dar. Tätigkeiten im Bezug zu Theorien (Theorien aufstellen, überprüfen, weiterentwickeln etc.) werden zu allen drei Messzeitpunkten genannt (pw\_pre: 21, pw\_post: 33 und pw\_fu: 7 Nennungen).

Im Prätest nutzen insgesamt 18 Schüler:innen die Möglichkeit, den oder die beschriebene:n Physiker:in genauer zu spezifizieren. Hierbei wird mit fünf Nennungen „Albert Einstein“ von den meisten Schüler:innen erwähnt. Andere berühmte Physiker:innen („Leibnitz“, „Tesla“, „Newton“), die eigene Lehrkraft oder Charaktere aus einer Fernsehserie („The Big Bang Theory“) werden jeweils dreimal genannt. Im Post- und Follow-Up-Test findet „Albert Einstein“ keine Erwähnung mehr. Im Posttest werden insgesamt 54 Spezifizierungen vorgenommen<sup>89</sup>. Dabei wird 21 Mal auf Forschende aus der theoretischen und 17 Mal auf solche der experimentellen Physik verwiesen (jeweils Doktorand:innen, Professor:innen oder beides). Fünf weitere Schüler:innen erwähnen gemeinsam eine Person aus der experimentellen und der

---

<sup>85</sup> Wortbruchstück im Wort Explorer in MAXQDA „forsch“ zum Filtern nach z. B. „erforschen“, „forschen“ oder „Forschungen“.

<sup>86</sup> Wortbruchstück im Wort Explorer in MAXQDA „experi“ zum Filtern nach z. B. „experimentieren“ oder „Experimente machen“.

<sup>87</sup> Wortbruchstück im Wort Explorer in MAXQDA „simul“ zum Filtern nach z. B. „simulieren“ oder „(Computer-)Simulation“.

<sup>88</sup> Wortbruchstücke im Wort Explorer in MAXQDA „austausch“ oder „konferenz“ zum Filtern nach z. B. „mit anderen Physiker:innen austauschen“ oder „auf Konferenzen mit anderen Physiker:innen unterhalten“.

<sup>89</sup> Es sei dabei darauf hingewiesen, dass einige Schüler:innen für das erste und zweite Ausfüllen eine Spezifizierung abgeben, weswegen die Anzahl der Spezifizierungen nicht gleich der Anzahl an Schüler:innen ist.

theoretischen Physik beschrieben zu haben (z. B. Case 150: „Ich habe an den [sic] Professoren und Doktoranden gedacht, die wir im Laufe der Woche getroffen und befragt haben“). Interessanterweise geben sieben Schüler:innen an, den Verfasser dieser Arbeit als Physiker:in beschrieben zu haben. Im Follow-Up-Test wird die Möglichkeit der Spezifikation insgesamt neunmal genutzt, wobei dann ausschließlich theoretische oder experimentelle Physiker:innen (auch hier jeweils Doktorand:innen, Professor:innen oder keine bestimmte Statusgruppe) genannt werden.

### 9.3.3 Berufswahlintention und -interesse

In Tabelle 38 sind die Einstellungen der Schüler:innen der Projektwoche zu den Naturwissenschaften als zukünftiges Berufsfeld dargestellt. Es zeigt sich, dass die Schüler:innen geschlechtsunabhängig bereits mit starken naturwissenschaftlichen Berufserwartungen in die Projektwoche starten, wobei Mädchen der Physik als zukünftiges Berufsfeld (BO5, BO6) etwas weniger positiv gegenüberstehen als den Naturwissenschaften allgemein (BO3, BO4). Direkt und acht Wochen nach der Projektwoche bewerten die Mädchen mit Ausnahme des Items BO3 alle Items höher als vor der Woche. Erfreulicherweise verbessert sich demnach auch die Einstellung zur Physik als Berufsfeld und wird von den Mädchen im Follow-Up-Test im Mittel mit Werten über vier bewertet. Bei den Jungen ergeben sich im Posttest zunächst auch bessere Werte als im Prättest. Im Follow-Up-Test gehen die Mittelwerte aller Items außer bei BO4 leicht unter das Niveau des Prättests zurück. Die benannten Unterschiede sind zu keinem der Zeitpunkte signifikant.

Tabelle 38: Mittelwerte und Standardabweichungen zur Berufswahlintention für die Jungen und Mädchen des Prä-, Post- und Follow-Up-Tests der Projektwoche (inverse Items (\*) bereits umgepolt, daher bei 1: völlige Ablehnung und 5: völlige Zustimmung).

		Berufswahlintention				Gesamt
		Naturwissenschaften Mittelwert ± SD		Physik Mittelwert ± SD		
		BO3*	BO4*	BO5*	BO6*	
pw_pre	Jungen	3.90 ± 1.27	4.08 ± 1.08	3.95 ± 1.11	4.02 ± 1.08	<b>3.99 ± 1.00</b>
	Mädchen	4.11 ± 1.13	4.09 ± 1.22	3.54 ± 1.29	3.69 ± 1.35	<b>3.86 ± 1.10</b>
pw_post	Jungen	4.15 ± 1.01	4.24 ± 0.94	4.04 ± 1.09	4.29 ± 0.98	<b>4.18 ± 0.83</b>
	Mädchen	3.76 ± 1.32	4.18 ± 1.27	3.68 ± 1.36	3.95 ± 1.37	<b>3.89 ± 1.18</b>
pw_fu	Jungen	3.75 ± 1.42	4.17 ± 1.19	3.67 ± 1.15	3.67 ± 1.23	<b>3.81 ± 1.17</b>
	Mädchen	3.93 ± 1.58	4.47 ± 1.25	4.00 ± 1.31	4.33 ± 1.29	<b>4.18 ± 1.21</b>

In Abb. 34 ist das Interesse an Tätigkeiten von Forschenden aus der Physik über die RIASEC+N Dimensionen für den Prä-, Post- und Follow-Up-Test der Projektwoche dargestellt. Insgesamt liegen die Werte für das Interesse in der *Investigative*, *Artistic* und *Enterprising* Dimension im neutralen und in der *Social* und *Networking* Dimension im leicht positiven Bereich. Die Werte dieser Dimensionen sind über alle drei Messzeitpunkte relativ stabil. Das Interesse an den Tätigkeiten der *Realistic* und *Conventional* Dimension nimmt hingegen vom Prä- zum Post- zum Follow-Up-Test hin ab. Der Rückgang in ersterer Dimension ist hierbei nur vom Prä- zum Follow-Up-Test signifikant ( $Z = 3.63, p_{\text{koriert}} < 0.001, r = 0.32$ ). Tätigkeiten letzterer Dimension werden zu allen Messzeitpunkten als am wenigsten interessant eingestuft.

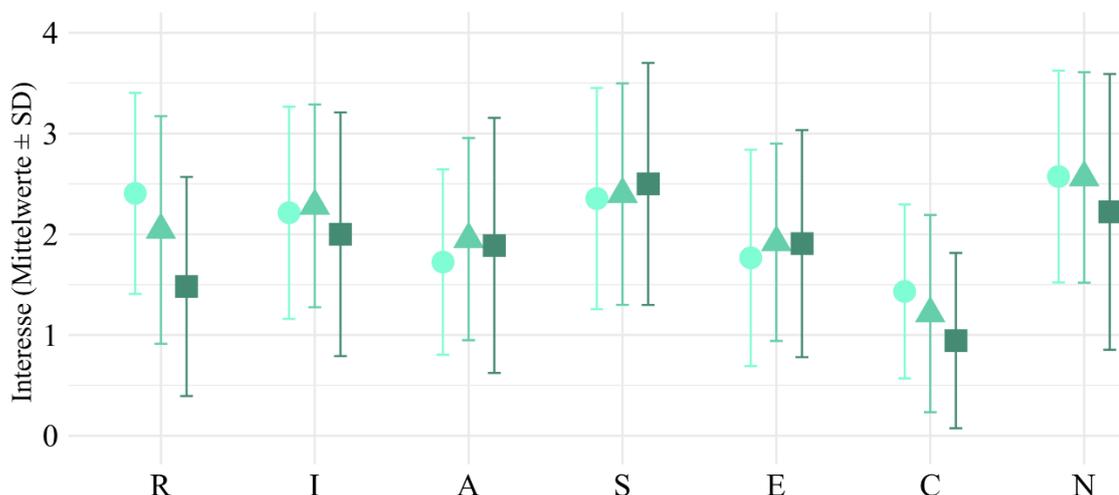


Abb. 34: Mittelwerte und Standardabweichungen für das Interesse der Schüler:innen im Prä- (Kreis), Post- (Dreieck) und Follow-Up-Test (Quadrat) der Projektwoche zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

In den folgenden Abbildungen (Abb. 35 bis Abb. 37) ist das Interesse an den Tätigkeiten von Forschenden aus der Physik über die RIASEC+N Dimensionen für den Prä-, Post- und Follow-Up-Test der Projektwoche nach Geschlechtern getrennt dargestellt. Über alle drei Messzeitpunkte sind die Mädchen an Tätigkeiten innerhalb der *Social* Dimension am interessiertesten und erreichen immer höhere Werte als die Jungen. Im Gegensatz dazu sind die Jungen zu allen Messzeitpunkten stärker an Tätigkeiten der *Investigative* Dimension interessiert. Im Posttest ergibt sich außerdem ein Unterschied im Interesse an experimentellen Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension. Hier sind die Jungen direkt nach der Projektwoche eher interessiert und die Mädchen eher desinteressiert.

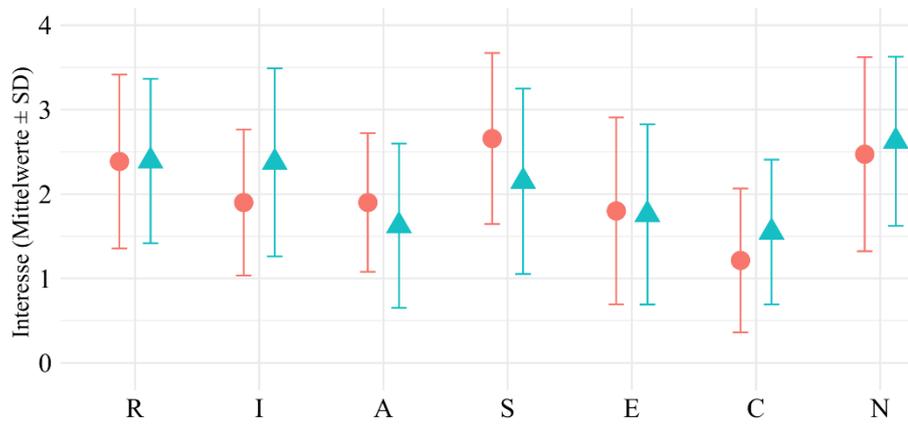


Abb. 35: Mittelwerte und Standardabweichungen für das Interesse von Jungen (Dreieck) und Mädchen (Kreis) im Prätest der Projektwoche zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

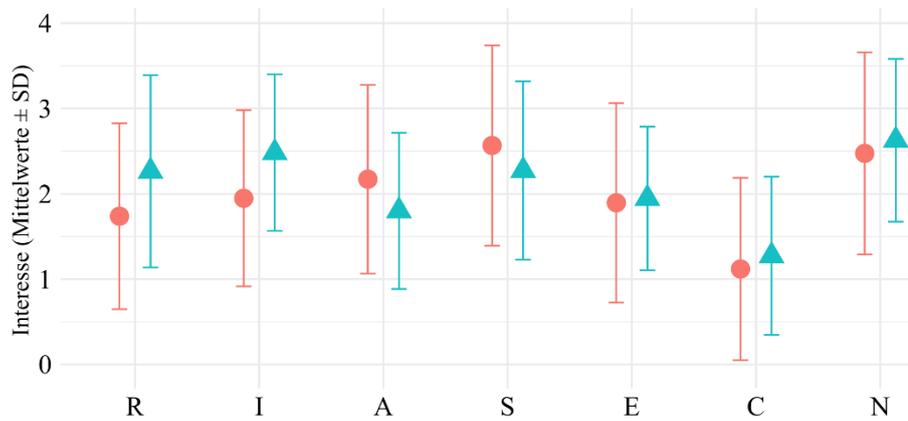


Abb. 36: Mittelwerte und Standardabweichungen für das Interesse von Jungen (Dreieck) und Mädchen (Kreis) im Posttest der Projektwoche zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

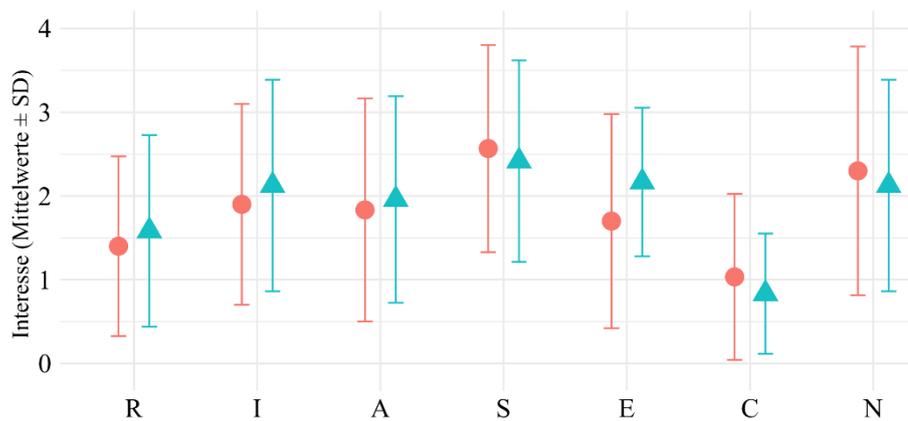


Abb. 37: Mittelwerte und Standardabweichungen für das Interesse von Jungen (Dreieck) und Mädchen (Kreis) im Follow-Up-Test der Projektwoche zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

---

## 9.4 Diskussion und Limitationen

Zunächst ist festzuhalten, dass die Stichprobe der Projektwoche wie erwartet (da dahingehend ausgewählt) mit einem großen individuellen Sach- und Fachinteresse Physik in das Angebot startet. Somit ist es auch kaum verwunderlich, dass sich diese Werte auch durch die Teilnahme an der Projektwoche kaum verändern. Auch hier ist als Ursache die relative Stabilität des individuellen Interesses anzuführen (vgl. z. B. Krapp, 1992). Eine leichte Steigerung im Sachinteresse lässt jedoch hoffen, dass die Projektwoche hier die richtigen Impulse gesetzt hat. Wird das geweckte situative Interesse miteinbezogen, so muss davon ausgegangen werden, dass das Angebot tatsächlich einen positiven Effekt auf das Interesse der Schüler:innen hatte. So wird bei den Schüler:innen in der emotionalen, epistemischen und wertbezogenen Komponente ein starkes situatives Interesse durch die Projektwoche geweckt, welches auch acht Wochen nach dem Besuch noch auf demselben hohen Niveau verbleibt. Die Projektwoche schafft es also nachhaltig, ein hohes situatives Interesse zu wecken. Lediglich die Jungen geben im Verlauf der Zeit bei zwei Items der epistemischen Komponente an, etwas weniger stark, gleichwohl immer noch hoch, interessiert zu sein. Der Rückgang der Werte der Jungen in dem Item *AIEp4* „Ich würde gerne mehr über den Arbeitsalltag von Physiker:innen erfahren“ sollte daher eher so interpretiert werden, dass die Jungen nach der Projektwoche glauben, den Arbeitsalltag zu Genüge zu kennen und weniger als tatsächlicher Rückgang des Interesses.

Bezüglich des Images der Physik ist zu sagen, dass die Schüler:innen zu Beginn der Projektwoche sowohl die Wissenschaft als auch das Unterrichtsfach eher mit positiven Worten attribuieren. Dabei wird insgesamt das Unterrichtsfach von den Jungen und Mädchen gleichermaßen weniger positiv eingeschätzt als die Wissenschaft. Obwohl das Image des Physikunterrichts insgesamt nur leicht positiv angesehen wird, sind sich die Jungen und Mädchen darüber einig, dass er besonders wichtig ist (Item *IPU1*). Die Physik als Wissenschaft wird durchgehend sehr positiv bewertet, wobei auch hier die Wichtigkeit von allen Schüler:innen besonders hoch bewertet wird. Auf das Image der Physik als Unterrichtsfach lässt sich durch die Projektwoche kein Effekt ausmachen. Es wird direkt und acht Wochen nach der Projektwoche ähnlich und dabei leicht positiv bewertet. Trotz des sehr hohen Ausgangsniveaus beim Image der Physik als Wissenschaft im Prätest ist die Projektwoche in der Lage, hier noch weiter positive Impulse bei der Stichprobe zu setzen. Die Projektwoche schafft es also, das Image der Physik als Wissenschaft höchst signifikant vom Prä- zum Posttest zu steigern. Es handelt sich hierbei zwar um einen kleinen Effekt, was das Ergebnis in dieser Hinsicht allerdings nicht schmälert, wenn man das hohe Ausgangsniveau und die Tatsache bedenkt, dass im

---

Posttest bereits Deckeneffekte bei einzelnen Items auftreten (*IPW1* wichtig-unwichtig, *IPW2* unproduktiv-produktiv, *IPW5* abgeschlossen-offen). Der Anstieg im Image der Physik als Wissenschaft bleibt auch noch acht Wochen nach der Projektwoche mit kleiner Effektstärke signifikant. Die Projektwoche ist also auch hier in der Lage, einen nachhaltigen positiven Einfluss auf das Image der Physik als Wissenschaft zu liefern.

Das Angebot der Projektwoche wird sowohl von den Jungen als auch den Mädchen als sehr authentisch wahrgenommen. Die Schüler:innen geben demnach an, einen sehr guten Einblick in den Forschungs- und Berufsalltag der Physik durch die Projektwoche erhalten zu haben. Auch nach acht Wochen kommen sie noch zu dieser Einschätzung, was ebenfalls für den nachhaltig positiven Eindruck der Projektwoche spricht.

Die Schüler:innen starten insgesamt bereits mit sehr positiven Einstellungen zu der Physik und den Naturwissenschaften allgemein als späteres Berufsfeld in die Projektwoche. Entgegen den Erwartungen lässt sich diesbezüglich kein signifikanter Anstieg bei den Teilnehmenden durch die Projektwoche erkennen. Positiv hervorheben lässt sich dennoch, dass die Mädchen im Post- und Follow-Up-Test der Physik als späteres Berufsfeld leicht positiver gegenüberstehen als vor der Projektwoche. Einen Beruf aus der Physik zu ergreifen, halten die Mädchen vor der Woche für weniger wahrscheinlich als einen anderen Beruf aus den Naturwissenschaften. Direkt und auch noch acht Wochen nach der Projektwoche ist die Intention einen Beruf aus der Physik zu ergreifen ähnlich groß wie bei den Naturwissenschaften allgemein. Die Projektwoche scheint also die richtigen Impulse zu setzen, auch die Physik bei den Mädchen als zukünftiges Berufsfeld attraktiver zu machen.

Die erste Forschungsfrage (F2.1) kann somit beantwortet und die korrespondierende Hypothese in großen Teilen bestätigt werden. Die vorgestellte Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ ist in der Lage, den Forschungsalltag in der Physik in authentischer Weise abzubilden. Sie setzt bei den Jugendlichen positive motivationale Impulse im Hinblick auf das situative Interesse und das Image der Physik als Wissenschaft. Mädchen und Jungen werden dabei gleichermaßen angesprochen, wobei sich insbesondere bei den Mädchen ein positiver Effekt auf die Berufswahlintention im physikalischen Bereich vermuten lässt. Die Effekte lassen sich auch acht Wochen nach dem Angebot noch finden, was dafür spricht, dass die Projektwoche einen nachhaltigen positiven Einfluss auf die Schüler:innen hat.

Bezüglich der Berufskennntnis zeigt sich ebenfalls ein vielversprechendes Bild. Während die Schüler:innen zu Beginn der Projektwoche ihre subjektive Berufskennntnis als eher gering

---

einschätzen, nehmen sie diese direkt und acht Wochen nach der Projektwoche als signifikant besser wahr. Während sich zu Beginn der Woche die Jungen dahingehend noch besser einschätzen, ist nach der Projektwoche kein geschlechtsbezogener Unterschied mehr feststellbar. Die Projektwoche leistet bei den Schüler:innen also geschlechtsunabhängig und nachhaltig einen substantiellen Beitrag zu deren subjektiv wahrgenommenen Kenntnis des Arbeitsalltages von Forschenden in der Physik. Auch bezüglich der tatsächlichen Kenntnis gibt es vielversprechende Befunde. Die Antworten der Schüler:innen, die keine:n bestimmte:n Physiker:in beschreiben, unterscheiden sich im Posttest signifikant von denen aus dem Prätest. Dabei werden experimentelle Tätigkeiten aus der *Realistic* Dimension signifikant niedriger und Tätigkeiten aus allen anderen Dimensionen signifikant höher bewertet. Die Distraktoren werden außerdem nach der Projektwoche stärker abgelehnt. Die Ergebnisse lassen sich dahingehend interpretieren, dass Schüler:innen in der Projektwoche Tätigkeiten aus allen Dimensionen kennengelernt haben und diese daher nach dem Angebot als wesentlicher einschätzen. Experimentelle Tätigkeiten in der *Realistic* Dimension hingegen werden nach dem Besuch als weniger häufig im Arbeitsalltag von Physiker:innen wahrgenommen. Dem starken Fokus auf das Experiment im Forschungsprozess (z. B. in Höttecke & Hopf, 2018; Leiß, 2019), welchen die Schüler:innen vor dem Besuch noch zeigen, kann die Projektwoche demnach etwas entgegensetzen. Da die Distraktoren stärker abgelehnt werden, lässt sich außerdem vermuten, dass die Schüler:innen die Tätigkeiten von Physiker:innen stärker von denen anderer Berufsgruppen unterscheiden können. Im Follow-Up-Test nähern sich die Werte im Abschnitt zu den Tätigkeiten wieder denen aus dem Prätest an. Der Rückgang bei der Bewertung der Tätigkeiten in der *Realistic* Dimension und den Distraktoren bleibt allerdings bestehen. Bezieht man die Freitextantworten in die Interpretation mit ein, zeigt sich noch ein deutlicheres Bild. Während die Schüler:innen im Prätest im Mittel nur etwa zwei Tätigkeiten nennen und dabei am häufigsten auf die sehr weitgreifende Tätigkeit des „Forschens“ oder das „Experimentieren“ zurückgreifen, liefern die Jugendlichen im Post- und Follow-Up-Test mit etwa vier Tätigkeiten pro Schüler:in längere und stärker differenzierende Antworten. Zahlreiche Schüler:innen merken nach der Projektwoche in ihrer Antwort an, dass eine pauschale Beschreibung der Tätigkeiten von Physiker:innen nicht möglich ist. Die Schüler:innen nennen zwar nach der Projektwoche das „Experimentieren“ als Tätigkeit immer noch sehr häufig, nennen aber mit dem „Simulieren“ und dem „Austausch mit anderen Physiker:innen“ wichtige Tätigkeiten im Forschungsalltag der Physik, die im Prätest noch stark vernachlässigt werden. Insgesamt tauchen nach der Projektwoche deutlich mehr Tätigkeiten aus dem Tätigkeitsspektrum der

---

theoretischen Physik auf, wie beispielsweise das „Programmieren“, „die Arbeit mit Theorien“ oder das „Simulieren“. Außerdem greifen etwa 30 Prozent der Schüler:innen direkt und acht Wochen nach der Projektwoche explizit eine Unterscheidung in theoretische und experimentelle Physik auf, was zeigt, dass sie die beruflichen Tätigkeiten in der theoretischen und experimentellen Physik nach dem Angebot besser beziehungsweise überhaupt erst abgrenzen können. Auch die Verteilung der genannten Tätigkeiten auf die RIASEC+N Dimensionen zeigt, dass die Schüler:innen direkt und acht Wochen nach der Projektwoche auch weniger stereotypische Tätigkeiten aus der *Artistic*, *Social*, *Enterprising*, *Conventional* und *Networking* Dimension als wesentlich im Arbeitsalltag von Physiker:innen erachten. Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* Dimension werden zwar immer noch am häufigsten genannt, verteilen sich aber im Post- und Follow-Up-Test auf mehr differenzierte Tätigkeiten.<sup>90</sup> Im Prätest greifen die Schüler:innen bei der Spezifikation der beschriebenen Person außerdem noch häufig auf „Albert Einstein“ oder andere berühmte Physiker als prominente Vertreter ihres Faches zurück, während dieser Fokus auf die „herausragenden Individuen“ (vgl. Kapitel 3.2.1) im Post- und Follow-Up-Test vollständig fehlt. Hier beziehen sich die Schüler:innen ausschließlich auf Personen, die ihnen im Laufe der Woche begegnet sind. Die Projektwoche scheint also in der Lage zu sein, den Schüler:innen durch den intensiven Kontakt mit echten Wissenschaftler:innen bei der Beschreibung von Physiker:innen Alternativen zu Stellvertreterpersonen wie „Albert Einstein“ zu liefern.

Die Hypothese zur Forschungsfrage (F.2.2) lässt sich demnach bestätigen. Die Schüler:innen zeichnen sich vor der Projektwoche durch Vorstellungen zum Arbeitsalltag in der Physik aus, die stark durch Stereotype geprägt sind. Selbst diese bereits besonders an Physik interessierte Neigungsgruppe kann nur wenige Tätigkeiten von Physiker:innen nennen und greift dabei häufig auf experimentbezogene Tätigkeiten oder pauschale Tätigkeiten wie das „Forschen“ zurück. Nach der viertägigen universitären Projektwoche sind die Schüler:innen in der Lage, den Forschungsalltag in der Physik differenziert und deutlich ausführlicher als vorher zu beschreiben. Die Schüler:innen nutzen dabei nur noch selten stereotypisch verkürzte Tätigkeiten und beziehen sich in ihren Antworten nicht mehr auf herausragende Individuen wie Albert Einstein, sondern beschreiben explizit Forschende, die sie in der Woche kennengelernt

---

<sup>90</sup> So wird beispielsweise die pauschale Tätigkeit des „Forschens“ nach der Projektwoche sehr viel seltener genannt und bis auf einen Fall („Forschung und Lehre“ Case 64) immer durch mehrere weitere Tätigkeiten ergänzt und differenziert betrachtet.

---

haben. Insbesondere Tätigkeiten der theoretischen Physik werden nach der Projektwoche durch die Schüler:innen verstärkt wahrgenommen. Auch noch acht Wochen nach dem Besuch weisen die Antworten der Schüler:innen eine ähnlich hohe Qualität auf, was für eine nachhaltige Verbesserung der Kenntnisse zum Arbeitsalltag in der Physik spricht.

Nach der Projektwoche gibt es erstmals auch Schüler:innen, die im Abschnitt zu den Tätigkeiten explizit Personen aus der theoretischen oder experimentellen Physik sowie aus bestimmten Statusgruppen beschreiben. So gibt es jeweils 14 Schüler:innen im Posttest und drei beziehungsweise fünf im Follow-Up-Test, die explizit eine:n Doktorand:in aus der theoretischen oder experimentellen Physik<sup>91</sup> beschreiben. Beim Vergleich der angenommenen Tätigkeitsprofile zu der Selbstwahrnehmung entsprechender Physiker:innen des SFB 1245 zeigen sich starke Ähnlichkeiten. Zwar liegen die Werte der Schüler:innen in allen Dimensionen oberhalb der Einschätzung der Forschenden, weisen aber dennoch relativ gesehen einen ähnlichen Verlauf auf. Lediglich bei der Beschreibung von Doktorand:innen der experimentellen Physik unterschätzen die Schüler:innen relativ gesehen die Tätigkeiten der *Investigative* Dimension. Eine Analyse auf Itemebene zeigt dabei, dass die Schüler:innen zu streng bei der Bewertung von Programmier- und Simulationstätigkeiten vorgehen, da sie diese Tätigkeiten vermutlich eher ausschließlich der theoretischen Physik zuordnen. Insgesamt muss allerdings festgehalten werden, dass die Schüler:innen direkt und acht Wochen nach der Projektwoche relativ gesehen gut in der Lage sind das Tätigkeitsprofil von Doktorand:innen der theoretischen und experimentellen Physik zu beschreiben und voneinander – vor allem in Bezug auf experimentell geprägte Tätigkeiten der *Realistic* und *Conventional* Dimension – zu unterscheiden. Ebenfalls positiv hervorzuheben ist die allgemein gute Wahrnehmung der Wichtigkeit von Tätigkeiten innerhalb der *Networking* Dimension nach der Projektwoche. Auch da der Austausch mit anderen Physiker:innen im Freitextfeld regelmäßig genannt wird, kann davon ausgegangen werden, dass der stereotypischen Vorstellung von alleine und sozial isoliert arbeitenden Physiker:innen durch die Projektwoche etwas entgegengesetzt wird (vgl. Kapitel 3). Da sich die Antworten der Schüler:innen, die eine Spezifikation vornehmen, vom Post- zum Follow-Up-Test kaum unterscheiden und die Qualität der Freitextantworten zu beiden Messzeitpunkten vergleichbar gut sind, kann von einer nachhaltigen Verbesserung der

---

<sup>91</sup> Explizite Beschreibungen von Professor:innen sind hier zunächst ausgenommen.

---

Berufskennntnis durch die Projektwoche ausgegangen werden. Nach der Projektwoche ist also ein wesentlicher Anteil der Schüler:innen in der Lage, die unterschiedlichen Tätigkeitsprofile von theoretischen und experimentellen Physiker:innen zu beschreiben. Die Beschreibungen ähneln dabei eher der Selbsteinschätzung von Doktorand:innen. Dieser Umstand kann allerdings kaum verwundern, da die Schüler:innen im Laufe der Projektwoche deutlich mehr direkten Kontakt zu Personen aus dieser Statusgruppe hatten. Nichtsdestotrotz gibt es einige Schüler:innen, die nach der Projektwoche auch die Tätigkeiten von Professor:innen – mit ihrem Fokus auf Lehr- und Managementtätigkeiten – relativ gesehen beschreiben können. Auch anhand der Antworten im Freitextfeld zeigt sich, dass zahlreiche Schüler:innen nach der Projektwoche in der Lage sind zwischen den Tätigkeiten der theoretischen und experimentellen Physik sowie teilweise auch zwischen verschiedenen Statusgruppen zu unterscheiden. Die Hypothese zur dritten Forschungsfrage (F2.3) kann somit ebenfalls zum großen Teil bestätigt werden.

Insgesamt sollte, wie Stamer (2019) bereits anmerkt, der Anspruch solcher Angebote wie der Projektwoche sein, den Schüler:innen einen möglichst umfassenden Überblick über das breite Tätigkeitsspektrum in der entsprechenden Wissenschaft zu liefern, damit sie ihre spätere Berufs- oder Studienwahl auf Grundlage einer fundierten Berufskennntnis treffen können. Die teils ausführlichen Beschreibungen der Schüler:innen im Freitextfeld nach der Projektwoche zeigen, dass das vorliegende Angebot hier einen entsprechenden Beitrag zur Berufsorientierung leistet. Außerdem sollte hervorgehoben werden, dass die Jugendlichen und dabei insbesondere auch die Mädchen durch der Projektwoche gerade auch die Tätigkeiten im Arbeitsalltag von Physiker:innen verstärkt wahrnehmen, an deren Ausführung im späteren Beruf sie selbst besonders interessiert sind (*Social* und *Networking* Dimension). Zusammen mit dem verbesserten Image der Physik als Wissenschaft und dem starken geweckten situativen Interesse können demnach durch die Projektwoche wesentliche Einflussfaktoren des Berufswahlprozesses (vgl. Frank, 2014) der Jugendlichen positiv bestärkt werden.

Auch bei der Interpretation der Ergebnisse der Projektwoche sind einige spezifische Limitationen<sup>92</sup> zu beachten. Zunächst stellt auch hier die Stichprobe aufgrund von deren Größe

---

<sup>92</sup> Weitere allgemeine Limitationen der Studien (bspw. aufgrund des verwendeten Erhebungsinstruments) werden in Kapitel 12 diskutiert.

---

und Zusammensetzung einen limitierenden Faktor dar. Insbesondere die quantitativen Ergebnisse des Follow-Up-Tests sind aufgrund der kleinen Anzahl an Teilnehmenden nicht übermäßig stark belastbar. Des Weiteren können keine Aussagen darüber getroffen werden, inwieweit das Angebot ähnliche Effekte bei einer Stichprobe hätte, die mit einem geringeren Eingangsinteresse das Angebot wahrnimmt. Außerdem stellt die soziale Eingebundenheit des Verfassers der Arbeit und den Teilnehmenden in der Gruppensituation innerhalb der Projektwochen eine Limitation dar. Es könnte dadurch bei den Befragten zu einem „Versuchsleiter-Erwartungseffekt“ beim Ausfüllen der Fragebögen gekommen sein, was nach Döring und Bortz (2016) eine mögliche Einschränkung der Konstruktvalidität darstellt. Die Schüler:innen hätten demnach die Erwartungen des Studienleiters antizipieren und damit die Ergebnisse verfälschen können.

---

## 10 Interventionsstudie zum Schülerlabor

---

Im Folgenden wird die Interventionsstudie zum Physik-Schülerlabor „Physics Student Lab“<sup>93</sup> dargestellt. Dazu werden zunächst die zugrunde gelegten Forschungsfragen thematisiert. Anschließend wird die Stichprobe und das Vorgehen in der Erhebung näher beschrieben, bevor die Ergebnisse dargestellt und diskutiert werden. Eine Beschreibung des Labortages findet sich in Kapitel 8.2.

### 10.1 Forschungsfragen

Um den Einfluss eines eintägigen Besuches des Schülerlabors auf motivationale Merkmale sowie die Vorstellungen zum Arbeitsalltag in der Physik von Schüler:innen zu untersuchen, wurden folgende Forschungsfragen mit korrespondierenden Hypothesen aufgestellt.

- (F3.1) Welchen Einfluss hat der Besuch des Schülerlabors auf das Interesse an physikalischen Inhalten und Berufen sowie dem Schulfach und auf die Sichtweisen zum Image der Physik der Schüler:innen direkt und acht Wochen nach dem Besuch? Wie authentisch nehmen die Schüler:innen dabei das Schülerlabor wahr?**

Das Schülerlabor ist in der Lage, direkt nach dem Besuch ein situatives Interesse der Schüler:innen an der Physik hervorzurufen. Ein Einfluss auf das individuelle Interesse der Schüler:innen wird aufgrund der Kürze der Intervention nicht erwartet. Das Image der Physik kann durch den Besuch verbessert und die Berufswahlintention gesteigert werden. Es wird vermutet, dass die Effekte acht Wochen nach dem Besuch nachlassen.

- (F3.2) Wie unterscheiden sich die Vorstellungen von Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe zu dem Tätigkeitsspektrum von Forschenden in der Physik abhängig davon, ob das Schülerlabor besucht wurde oder nicht und wie nachhaltig sind die möglichen Effekte acht Wochen nach dem Besuch?**

Es wird vermutet, dass Schüler:innen, die das Schülerlabor besuchen, im Vergleich zur Baseline differenziertere Vorstellungen zum Arbeitsalltag in der Physik direkt nach dem Besuch haben. Insbesondere weniger stereotypische

---

<sup>93</sup> Im Folgenden nur noch das Schülerlabor.

---

Tätigkeiten (neben der *Realistic* und *Investigative* Dimension) sind nach dem Besuch stärker in den Vorstellungen der Jugendlichen repräsentiert. Auch acht Wochen nach dem Schülerlaborbesuch können die Schüler:innen noch mehr Tätigkeiten nennen als Schüler:innen der Baseline.

**(F3.3) Inwiefern verändert der Besuch des Schülerlabors die Vorstellungen der Schüler:innen bezogen auf die Selbsteinschätzungen der Physiker:innen zu ihrem Arbeitsalltag?**

Es wird angenommen, dass die Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors die Tätigkeiten von Physiker:innen adäquater einschätzen können. Gleichzeitig wird vermutet, dass sie dabei nicht in der Lage sind, die expliziten Tätigkeitsprofile verschiedener Physiker:innen angemessen abzubilden.

## **10.2 Methode und Stichprobe**

Um die Forschungsfragen zum Schülerlabor beantworten zu können, wurde das Erhebungsinstrument in Form eines Onlinefragebogens entsprechend dem in Kapitel 4 beschriebenen Studiendesign eingesetzt. Im geplanten Erhebungszeitraum wurde das Schülerlabor von vier Schulklassen besucht. Die Erhebung wurde dementsprechend an diesen vier gymnasialen Schulklassen der achten Jahrgangsstufe im Mai und Juni 2023 direkt im Anschluss an den Besuch des Schülerlabors durchgeführt. Die Follow-Up-Erhebung fand jeweils etwa acht Wochen nach dem Laborbesuch anhand derselben Stichprobe im Schulunterricht statt. Um den Prozess dabei möglichst einfach zu gestalten, wurde die Follow-Up-Erhebung von der unterrichtenden Lehrkraft durchgeführt. Die Instruktionen sollten sich dabei auf die technische Handhabung des digitalen Fragebogens begrenzen.

Im Posttest konnten 73 Datensätze gesammelt werden, von denen vier aufgrund zu schnellen Ausfüllens ( $\text{TimeRSI} > 2$ ; Leiner, 2019b) und vier aufgrund von augenscheinlicher Musterkreuzung oder dem Auslassen von ganzen Fragebogenteilen nicht sinnvoll für die Auswertung verwendet werden können. Somit verbleiben aus dem Posttest  $N=65$  nutzbare Datensätze. Im Follow-Up-Test konnten zunächst 53 Datensätze aufgenommen werden. Auch hier wurden für die Auswertung sieben Datensätze aufgrund zu schnellen Ausfüllens und zehn entsprechend oben genannter Gründe aussortiert. Für den Follow-Up-Test liegen somit  $N = 36$  nutzbare Datensätze vor. Von diesen lassen sich 15 Datensätze aufgrund des SGIC eindeutig einem Datensatz aus dem Posttest zuordnen. In Tabelle 39 finden sich für beide

Erhebungszeitpunkte die Verteilung auf die Geschlechter sowie das Alter und die letzte Schulnote in Physik nach Selbstauskunft der Schüler:innen.

Tabelle 39: Beschreibung der Stichprobe zur Interventionsstudie im Schülerlabor.

Datensatz	N	Geschlecht		Alter in Jahren Mittelwert $\pm$ SD	Schulnote Physik Mittelwert $\pm$ SD
		männlich	weiblich		
sl_post	65	40	25	13.49 $\pm$ 0.46	2.12 $\pm$ 0.88
sl_fu	36	26	10	14.11 $\pm$ 0.57	2.06 $\pm$ 0.89
sl_matched	15	12	3	-	-

## 10.3 Ergebnisse

### 10.3.1 Motivationale und affektive Aspekte

Die Schüler:innen, die das Schülerlabor besucht haben, zeichnen sich durch ein mittleres Interesse an der Physik aus (s. Tabelle 40). Das Sachinteresse schlägt dabei eher zu geringen und das Fachinteresse eher zu höheren Werten aus. Das Schulfach Physik ist dabei leicht überdurchschnittlich beliebt. Im Follow-Up-Test ergeben sich auf allen Skalen im Mittel, wenn auch nicht signifikant, niedrigere Werte. Die Mädchen geben auf allen Skalen und zu beiden Messzeitpunkten niedrigere Werte an als die Jungen, wobei der Unterschied hier nur in Bezug zur Fachbeliebtheit im Follow-Up-Test mit mittlerer Effektstärke signifikant ist ( $Z = 2.19$ ,  $p = 0.028$ ,  $r = 0.37$ ).

Tabelle 40: Mittelwerte und Standardabweichungen zum Sach-, Fachinteresse und zur Fachbeliebtheit in Physik für die Subgruppen männlich und weiblich im Post-(sl\_post) und Follow-Up-Test (sl\_fu) des Schülerlabors (von 1: „stimmt nicht“ bis 5: „stimmt völlig“).

	Geschlecht	Sachinteresse Mittelwert $\pm$ SD	Fachinteresse Mittelwert $\pm$ SD	Fachbeliebtheit Physik Mittelwert $\pm$ SD
sl_post	männlich	2.95 $\pm$ 1.10	3.79 $\pm$ 0.94	3.75 $\pm$ 1.06
	weiblich	2.63 $\pm$ 1.05	3.56 $\pm$ 0.83	3.40 $\pm$ 1.08
	<b>Gesamt</b>	<b>2.83 <math>\pm</math> 1.09</b>	<b>3.70 <math>\pm</math> 0.90</b>	<b>3.62 <math>\pm</math> 1.07</b>
sl_fu	männlich	2.80 $\pm$ 1.15	3.56 $\pm$ 0.97	3.85 $\pm$ 1.22
	weiblich	2.17 $\pm$ 0.90	3.17 $\pm$ 1.0	2.80 $\pm$ 1.32
	<b>Gesamt</b>	<b>2.62 <math>\pm</math> 1.11</b>	<b>3.45 <math>\pm</math> 0.98</b>	<b>3.56 <math>\pm</math> 1.32</b>

Die Werte für das geweckte situative Interesse direkt und acht Wochen nach dem Schülerlaborbesuch sind in Tabelle 41 dargestellt. Hier ergeben sich direkt nach dem Laborbesuch für Jungen und Mädchen gleichermaßen mittlere bis hohe Werte in allen drei Komponenten, wobei die emotionale Komponente am höchsten bewertet wird ( $M_{AIEM,post} = 3.83, SD = 0.94$ ). Zum Follow-Up-Test sinken die Werte leicht, wenn auch nicht signifikant ab. Auch hier geben Jungen und Mädchen ähnliche Einschätzungen ab.

Tabelle 41: Situatives Interesse in der emotionalen, epistemischen und wertbezogenen Komponente für Jungen und Mädchen im Post- (sl\_post) und Follow-Up-Test (sl\_fu) des Schülerlabors (von 1: „stimmt nicht“ bis 5: „stimmt völlig“).

	<b>Geschlecht</b>	<b>emotionale Komponente Mittelwert ± SD</b>	<b>epistemische Komponente Mittelwert ± SD</b>	<b>wertbezogene Komponente Mittelwert ± SD</b>
<b>sl_post</b>	<b>männlich</b>	3.88 ± 0.95	3.45 ± 0.83	3.67 ± 0.87
	<b>weiblich</b>	3.75 ± 0.93	3.50 ± 0.88	3.40 ± 0.99
	<b>Gesamt</b>	<b>3.83 ± 0.94</b>	<b>3.47 ± 0.84</b>	<b>3.57 ± 0.92</b>
<b>sl_fu</b>	<b>männlich</b>	3.74 ± 1.0	3.32 ± 0.86	3.46 ± 0.94
	<b>weiblich</b>	3.75 ± 0.87	3.12 ± 1.13	3.32 ± 0.96
	<b>Gesamt</b>	<b>3.75 ± 0.95</b>	<b>3.26 ± 0.93</b>	<b>3.40 ± 0.94</b>

Die Schüler:innen, die das Schülerlabor besuchen, schätzen das Image der Physik als Wissenschaft direkt sowie acht Wochen nach einem Besuch gleichbleibend ähnlich hoch ein, wie Schüler:innen der Baseline (Tabelle 42). Bezüglich des Images der Physik als Unterrichtsfach haben sie direkt nach dem Besuch ein leicht positiveres Bild als die Baseline. Zu dieser Bewertung kommen die Schüler:innen im Mittel auch acht Wochen nach dem Besuch.

Tabelle 42: Mittelwerte und Standardabweichungen für das Image der Physik als Wissenschaft und als Unterrichtsfach für die Baseline sowie die Schülerlaborgruppe direkt, und acht Wochen nach dem Besuch.

<b>Image Physik</b>	<b>Baseline</b>	<b>sl_post</b>	<b>sl_fu</b>
<b>Wissenschaft (Mittelwert ± SD)</b>	3.89 ± 0.82	3.91 ± 0.75	3.86 ± 0.96
<b>Unterrichtsfach (Mittelwert ± SD)</b>	3.41 ± 0.75	3.72 ± 0.80	3.72 ± 0.89

Das Angebot des Schülerlabors wird von den Schüler:innen direkt nach dem Besuch im Mittel außerdem als authentisch wahrgenommen ( $sl_{post}: M_{Auth} = 3.75, SD = 0.78$ ). Zu dieser Einschätzung kommen Jungen und Mädchen direkt nach dem Besuch gleichermaßen

( $sl_{post}: M_{Auth,J} = 3.76, SD = 0.78; M_{Auth,M} = 3.75, SD = 0.80$ ). Auch acht Wochen nach dem Besuch kommen die Schüler:innen insgesamt hier zu einer ähnlichen Einschätzung ( $sl_{fu}: M_{Auth} = 3.6, SD = 1.07$ ). Getrennt nach Geschlechtern betrachtet, nehmen die Mädchen das Schülerlabor acht Wochen nach dem Besuch im Mittel noch authentischer wahr als die Jungen ( $sl_{fu}: M_{Auth,J} = 3.49, SD = 1.17; M_{Auth,M} = 3.87, SD = 0.77$ ).

### 10.3.2 Berufskennntnis

#### Quantitative Ergebnisse

Etwas weniger als die Hälfte der Schüler:innen ( $sl_{post}$ ,  $N=28$ ) geben an aus ihrem persönlichen Umfeld jemanden zu kennen, der oder die als Physiker:in arbeitet.  $N = 36$  Schüler:innen negieren persönliche Bezüge zu Forschenden aus der Physik und eine Person macht hierzu keine Angabe. Die Werte für die selbst wahrgenommene Kenntnis des Berufsalltages von Physiker:innen (Abb. 38) liegen für die Schülerlaborgruppe direkt mit mittlerer und acht Wochen nach dem Besuch mit kleiner Effektstärke (Cohen, 1992) signifikant höher als die der Baselinegruppe (Baseline/ $sl_{post}$ :  $Z = -6.03, p_{adjust} < 0.001, r = 0.41$ ; Baseline/ $sl_{fu}$ :  $Z = -3.54, p_{adjust} < 0.001, r = 0.26$ ). Die Werte liegen nach dem Besuch noch etwa in der Skalenmitte und gehen vom Post- zum Follow-Up-Test leicht, wenn auch nicht signifikant zurück ( $M_{BKX3,sl_{post}} = 3.11, SD = 0.75; M_{BKX3,sl_{fu}} = 2.86, SD = 0.87$ ).

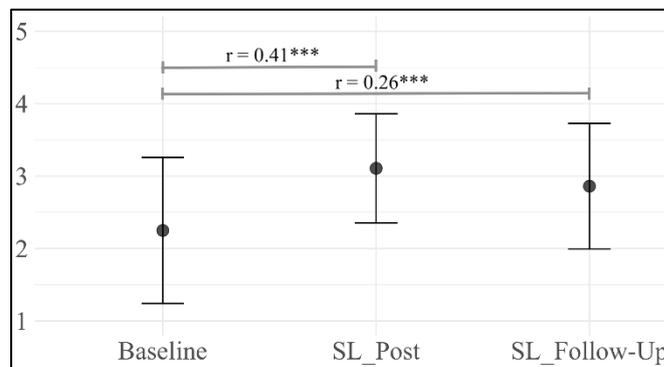


Abb. 38: Mittelwerte  $\pm$  SD für die selbst wahrgenommene Berufskennntnis (BKX3 von 1: „wenig“ bis 5: „viel“) für die Baseline sowie die Schülerlaborgruppe im Post- und Follow-Up-Test. Signifikante Unterschiede sind gekennzeichnet mit Effektstärke und korr. Signifikanzniveau.

Auch nach dem Besuch des Schülerlabors schätzen die Jungen ihr Wissen zu den Tätigkeiten von Physiker:innen subjektiv höher ein als die Mädchen. Dabei ist die Differenz in den Werten der Jungen und Mädchen direkt und acht Wochen nach dem Besuch des Schülerlabors geringer als in der Stichprobe der Baseline ( $\Delta M_{J,M,baseline} = 0.55, \Delta M_{J,M,sl_{post}} = 0.24, \Delta M_{J,M,sl_{fu}} = 0.22$ ).

Nachfolgend sind die Einschätzungen von Schüler:innen (Baseline, sl\_post, sl\_fu) zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik über die RIASEC+N Dimensionen dargestellt (Abb. 39). 13 Schüler:innen im Post- und elf im Follow-Up-Test des Schülerlabors haben die Möglichkeit genutzt, den Abschnitt zu den Tätigkeiten ein zweites Mal auszufüllen. Da sich auch hier die Antworten nicht von denen beim ersten Ausfüllen unterscheiden und teilweise auffällige Musterkreuzungen vorliegen, enthält die Abbildung nur die Daten des ersten Ausfüllens (vgl. Abschnitt 7.3.2). Auch nach dem Schülerlaborbesuch bewerten die Schüler:innen die *Realistic* Dimension am höchsten ( $M_{R,sl_{post}} = 3.25, SD = 0.60$ ;  $M_{R,sl_{fu}} = 2.96, SD = 0.89$ ) und geben damit eine ähnliche Einschätzung wie Schüler:innen der Baseline ( $M_{R,baseline} = 3.08, SD = 0.69$ ). Direkt nach dem Besuch bewerten die Schüler:innen alle Dimensionen sowie die Distraktoren höher als Schüler:innen, die das Labor nicht besucht haben. Mit Ausnahme der *Realistic* Dimension werden alle Dimensionen von den Schüler:innen auch nach dem Laborbesuch etwa gleich hoch bewertet. Dabei liegen die Werte aller Dimensionen (außer bei den Distraktoren) nach dem Laborbesuch oberhalb der Mitte der Skala. Insgesamt fällt auch nach dem Schülerlaborbesuch noch eine breite, wenn auch im Vergleich zur Baseline weniger starke Streuung der Daten auf.

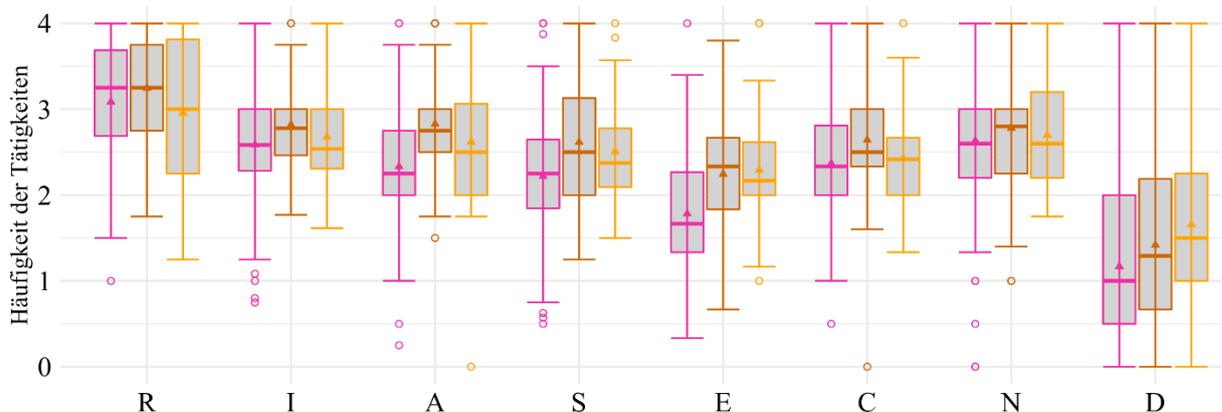


Abb. 39: Boxplot Diagramme für die Vorstellungen von Schüler:innen zu Tätigkeiten von Forschenden aus der Physik über die RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“ (links: Baseline, Mitte: sl\_post, rechts: sl\_fu).

Die Einschätzungen der Schüler:innen zum Tätigkeitsprofil von Forschenden in der Physik unterscheiden sich direkt nach dem Besuch des Labors (sl\_post) in der *Investigative*, *Artistic*, *Social*, *Enterprising* und *Conventional* Dimension signifikant mit kleiner bis mittlerer Effektstärke von denen der Baselinestudie (s. Tabelle 43). Nach acht Wochen ist dieser Unterschied nur noch in der *Enterprising* Dimension als signifikanter Effekt nachzuweisen.

Interessanterweise bewerten die Schüler:innen die Distraktoren im Posttest höher und im Follow-Up-Test sogar signifikant höher als die Stichprobe der Baseline.

Tabelle 43: Effektstärke, Z-Statistik und korrigierte p-Werte der Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Unterschieden von Baseline und sl\_post/sl\_fu hinsichtlich deren Einschätzung zum Tätigkeitsspektrum von Physiker:innen.

Vergleich	R	I	A	S	E	C	N	D
Baseline sl_post	n.s.	$r = 0.17$ $Z = 2.54$ $p = 0.044$	$r = 0.31$ $Z = 4.63$ $p < 0.001$	$r = 0.22$ $Z = 3.25$ $p = 0.007$	$r = 0.29$ $Z = 4.35$ $p < 0.001$	$r = 0.19$ $Z = 2.88$ $p = 0.020$	n.s.	n.s.
Baseline sl_fu	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	$r = 0.25$ $Z = 3.67$ $p = 0.002$	n.s.	n.s.	$r = 0.19$ $Z = 2.79$ $p = 0.037$

Die Effektstärke wird als Korrelationskoeffizient „r“ angegeben und nach Cohen (1992) in  $r < 0.30 \rightarrow$  *klein*;  $0.30 \leq r < 0.50 \rightarrow$  *mittel*;  $r \geq 0.50 \rightarrow$  *groß* eingeteilt.

In Tabelle 44 sind die relativen Anzahlen an „Ich weiß es nicht“-Antworten für den Post- und den Follow-Up-Test des Schülerlabors in den RIASEC+N Dimensionen dargestellt. Es fällt auf, dass sich auch hier die Schüler:innen bei der Bewertung der Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* Dimension am sichersten sind, da sie hier am seltensten „Ich weiß es nicht“ ankreuzen. In allen anderen Dimensionen sind die Schüler:innen direkt nach dem Labor insgesamt relativ unsicher mit ihren Einschätzungen und geben fast 20 Prozent „Ich weiß es nicht“-Antworten. Die Schüler:innen aus dem Follow-Up-Test hingegen wählen in weniger als zehn Prozent der Fälle und in allen Dimensionen sowie bei den Distraktoren diese Antwortoption.

Tabelle 44: Relative Anzahl der "Ich weiß es nicht"-Antworten in den RIASEC+N Dimensionen sowie Distraktoren für die Schüler:innen direkt und acht Wochen nach dem Schülerlabor.

Teilgruppe	R	I	A	S	E	C	N	D
sl_post	11 %	21 %	18 %	18 %	18 %	22 %	17 %	25 %
sl_fu	3 %	7 %	6 %	3 %	5 %	8 %	6 %	9 %

Nachfolgend werden die Schüler:innen-Antworten nach dem Schülerlaborbesuch mit den Selbstwahrnehmungen der theoretischen (Abb. 41) und experimentellen (Abb. 40) Physiker:innen graphisch anhand der Mittelwerte in den RIASEC+N Dimensionen verglichen.<sup>94</sup>

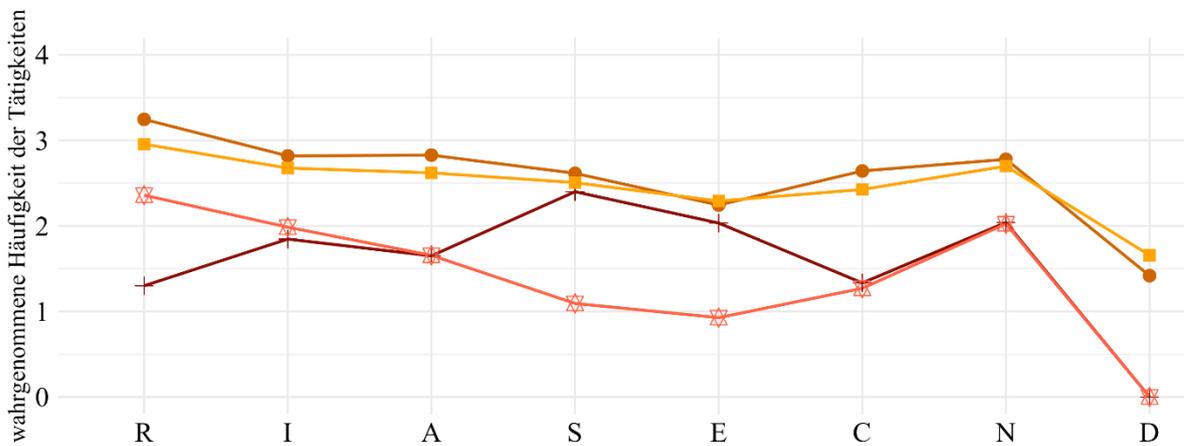


Abb. 40: Vergleich der Mittelwerte für die wahrgenommene Häufigkeit der Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren zwischen den Teilgruppen: Professor:innen (Plus), (Post)-Doktorand:innen (Stern) der experimentellen Physik, sl\_post (Kreis) und sl\_fu (Quadrat) (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

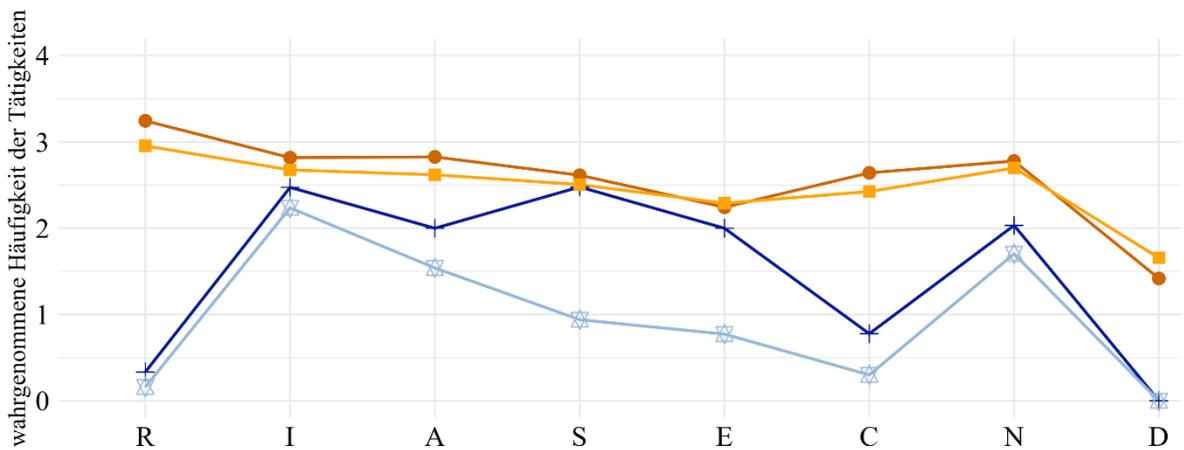


Abb. 41: Vergleich der Mittelwerte für die wahrgenommene Häufigkeit der Tätigkeiten innerhalb der RIASEC+N Dimensionen und Distraktoren zwischen den Teilgruppen: Professor:innen (Plus), (Post)-Doktorand:innen (Stern) der theoretischen Physik, sl\_post (Kreis) und sl\_fu (Quadrat) (von 0: „nie“ bis 4: „sehr häufig“).

<sup>94</sup> Auf eine Darstellung der Standardabweichung wird hier aufgrund besserer Lesbarkeit der Grafik verzichtet. Die Streumaße lassen sich aus den vorangegangenen Boxplots entnehmen.

---

In der oberen Abbildung sind die Antworten der Schülerlaborstichprobe im Post- (N=65) sowie Follow-Up-Test (N=36) im Vergleich zu den Antworten der Doktorand:innen und Post-Doktorand:innen (N=16)<sup>95</sup> sowie Professor:innen (N=5) der experimentellen Physik aus der Vorstudie dargestellt (Abb. 40). Auch hier ist auffällig, dass die Schüler:innen Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen höher bewerten als die Forschenden, mit Ausnahme von der *Social* und *Enterprising* Dimension für Professor:innen. Vergleicht man lediglich die Mittelwerte und vernachlässigt die allgemeine Überbewertung aller Dimensionen, weist das kombinierte Tätigkeitsprofil der Doktorand:innen und Post-Doktorand:innen der experimentellen Physik eine große Ähnlichkeit zu dem Profil auf, welches die Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors annehmen.

Auch nach dem Besuch des Schülerlabors finden sich beim Vergleich zur theoretischen Physik (Professor:innen: N=6; (Post)-Doktorand:innen: N=25) starke Unterschiede in den wahrgenommenen Tätigkeiten (s. Abb. 41). Die *Realistic* und die *Conventional* Dimension werden insgesamt stark überbewertet, während die *Investigative* Dimension, unter Berücksichtigung der sonstigen allgemeinen Überschätzung aller Dimensionen, eher unterschätzt wird. Interessanterweise liegen die Werte in der *Social* und *Enterprising* Dimension für Schüler:innen und Professor:innen der experimentellen und theoretischen Physik sehr nah beieinander (z. B.  $M_{S,sl\_post} = 2.62, SD = 0.70$ ;  $M_{S,sl\_fu} = 2.51, SD = 0.61$ ;  $M_{S,theo\_prof} = 2.48, SD = 0.41$ ).

### Qualitative Ergebnisse

In Tabelle 36 ist der Anteil der Schüler:innen aus dem Post- und Follow-Up-Test des Schülerlabors dargestellt, die eine entsprechenden Anzahl an Tätigkeiten im Freitextfeld genannt haben. Zunächst ist festzuhalten, dass direkt und acht Wochen nach dem Schülerlaborbesuch relativ gesehen ähnlich viele Tätigkeiten pro Schüler:in genannt werden (durchschnittliche Anzahl genannter Tätigkeiten pro Schüler:in  $M_{sl\_post} = 2.42$ ;  $M_{sl\_fu} = 2.20$ ). Die Schüler:innen in der Follow-Up-Studie nennen dabei im Durchschnitt etwas weniger Tätigkeiten, was sich allerdings auf das Fehlen der wenigen sehr guten Antworten zurückführen lässt. Insgesamt werden im Vergleich zur Baseline zwar mehr Tätigkeiten pro Schüler:in genannt, aber auch nach dem Besuch des Schülerlabors noch sehr kurze Antworten mit deutlich

---

<sup>95</sup> Diese werden aufgrund ähnlicher Profile für die Darstellung zusammengefasst (s. Kapitel 5.4).

unter drei genannten Tätigkeiten pro Schüler:in gegeben. Gleichzeitig nimmt insbesondere die relative Anzahl an Schüler:innen ab, die gar keine oder falsche und inhaltsbezogene Antworten geben. So geben im Posttest nur sechs und im Follow-Up-Test nur vier Schüler:innen keine Antwort, beziehungsweise eine Antwort, die keine Tätigkeit enthält, wie beispielsweise „Physikieren“ (Case 481). Direkt nach dem Laborbesuch werden nur vier und acht Wochen später gar keine inhaltsbezogenen Antworten wie „Astrophysik ... Biophysik“ (Case 622) gegeben.

Tabelle 45: Relative und absolute Anzahl an Schüler:innen aus dem Post- und Follow-Up-Test des Schülerlabors und der Baseline, die eine entsprechende Anzahl an Tätigkeiten im Freitextfeld genannt haben.

Anzahl der erwähnten Tätigkeiten	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Baseline:</b> absoluter und relativer Anteil der Schüler:innen (N=156)	39 25 %	55 33%	21 14%	22 14%	12 8 %	6 4 %	-	1 <1 %	-
<b>sl_post:</b> absoluter und relativer Anteil der Schüler:innen (N=65)	6 9 %	18 28 %	13 20 %	13 20%	7 11 %	4 6 %	3 5 %	-	1 2 %
<b>sl_fu:</b> absoluter und relativer Anteil der Schüler:innen (N=36)	4 11 %	10 28 %	7 19 %	7 19 %	6 17 %	2 6 %	-	-	-

Auch nach dem Labor werden nur wenige, ausführliche und differenzierte Antworten gegeben wie beispielsweise „Hypothesen aufstellen, Experimente, Plakate erstellen, an Konferenzen teilnehmen, Unterrichten, Theorien belegen, Austausch mit anderen Physiker [sic], Verwaltung machen“ (sl\_post: Case 603).

Betrachtet man die Verteilung der genannten Tätigkeiten auf die RIASEC+N Dimensionen (s. Tabelle 46), so fällt auf, dass die Schüler:innen auch nach dem Besuch des Schülerlabors noch stark die stereotypischen Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* und *Investigative* Dimension fokussieren. Gleichzeitig werden Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen genannt, wobei die *Artistic*, *Enterprising* und *Conventional* Dimension auch nach dem Besuch noch stark unterrepräsentiert sind. Während sich direkt nach dem Laborbesuch noch etwa je zehn Prozent der genannten Tätigkeiten zur *Social* oder *Networking* Dimension zuteilen lassen, sind es im Follow-Up-Test mit nur noch etwa drei Prozent vergleichbar viele wie in der Baseline.

Tabelle 46: Summe der genannten Tätigkeiten, die sich einer entsprechenden RIASEC+N Dimension zuteilen lassen.

Dimension	R	I	A	S	E	C	N
<b>Baseline:</b> Summe der genannten Tätigkeiten	71	155	1	7	-	-	6
<b>sl_post:</b> Summe der genannten Tätigkeiten	48	71	5	15	3	1	14
<b>sl_fu:</b> Summe der genannten Tätigkeiten	25	46	1	2	1	-	3

Mit 41 (sl\_fu: 16) Nennungen taucht das „Experimentieren“ auch nach dem Schülerlabor noch am häufigsten auf. Die am zweithäufigsten genannte Tätigkeit ist zu beiden Messzeitpunkten nach dem Schülerlabor das Simulieren mit 17 (sl\_fu: 10) Nennungen. Die sehr weitgreifende Tätigkeit des „Forschens“ taucht im Kontrast zur Baseline im Posttest erst an dritter (zusammen mit „Rechnen“) und im Follow-Up-Test an vierter Stelle (hinter „Rechnen“) auf. Das „Programmieren“ wird im Posttest von fünf Schüler:innen genannt, während es im Follow-Up-Test keine Erwähnung findet. Interessanterweise gehen vier der Schüler:innen im Posttest explizit, wenn auch nur mit kurzen Antworten, auf den Unterschied zwischen theoretischer und experimenteller Physik ein (z. B. in Case 625: „entweder Experimente oder theoretische Physik also simulieren [sic]“).

Im Freitextfeld zur Spezifikation der beschriebenen Person nennen die Schüler:innen nach dem Schülerlabor sowohl im Post- als auch im Follow-Up-Test mit 18 (sl\_post) und acht (sl\_fu) Nennungen am häufigsten „Albert Einstein“. Danach folgen mit wenigen Nennungen andere berühmte Physiker:innen wie „Marie Curie“ (sl\_fu: 2 Nennungen), „Isaac Newton“ (sl\_fu: 6 Nennungen) oder „Alfred Nobel“ (sl\_post: eine Nennung). Ihre Lehrkraft nennen hier im Posttest lediglich eine und im Follow-Up-Test zwei der Schüler:innen. Eine Person nennt den Verfasser dieser Arbeit als den beschriebenen Physiker.

### 10.3.3 Berufswahlintention und -interesse

Die Einstellungen der Schüler:innen zu den Naturwissenschaften als zukünftiges Berufsfeld nach dem Besuch des Schülerlabors sind in Tabelle 47 dargestellt. Es zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler, die das Schülerlabor besucht haben, gleichermaßen einem Beruf aus dem Bereich der Naturwissenschaften neutral gegenüberstehen. Im Vergleich zur Baseline erreichen die Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors damit ähnliche Werte, wenngleich besonders die Mädchen im Vergleich zu den Jungen aufholen beziehungsweise

diese im Follow-Up-Test sogar leicht überholen. Auch wenn die Schüler:innen speziell nach den Einstellungen zur Physik als zukünftiges Berufsfeld gefragt werden, geben sie direkt und acht Wochen nach dem Besuch geschlechtsunabhängig eine neutrale Haltung an.

Tabelle 47: Mittelwerte und Standardabweichungen zur Berufswahlintention für die Baseline sowie die Stichprobe des Schülerlabors im Post- und Follow-Up-Test (inverse Items\* bereits umgepolt, daher bei 1: völlige Ablehnung und 5: völlige Zustimmung).

		Berufswahlintention				Gesamt
		Naturwissenschaften Mittelwert $\pm$ SD		Physik Mittelwert $\pm$ SD		
		BO3*	BO4*	BO5*	BO6*	
Baseline	Jungen	3.13 $\pm$ 1.35	3.29 $\pm$ 1.49	3.11 $\pm$ 1.43	3.19 $\pm$ 1.47	<b>3.18 <math>\pm</math> 1.23</b>
	Mädchen	3.05 $\pm$ 3.13	3.07 $\pm$ 1.46	2.46 $\pm$ 1.41	2.48 $\pm$ 1.42	<b>2.77 <math>\pm</math> 1.30</b>
sl_post	Jungen	3.08 $\pm$ 1.22	3.08 $\pm$ 1.02	3.03 $\pm$ 1.27	3.03 $\pm$ 1.30	<b>3.11 <math>\pm</math> 1.21</b>
	Mädchen	3.0 $\pm$ 1.47	3.08 $\pm$ 1.38	3.16 $\pm$ 1.28	3.20 $\pm$ 1.35	<b>3.06 <math>\pm</math> 1.07</b>
sl_fu	Jungen	2.83 $\pm$ 1.05	3.22 $\pm$ 1.31	2.83 $\pm$ 1.13	2.96 $\pm$ 1.23	<b>2.96 <math>\pm</math> 0.91</b>
	Mädchen	3.20 $\pm$ 1.23	3.10 $\pm$ 1.37	2.70 $\pm$ 1.34	3.10 $\pm$ 1.52	<b>3.02 <math>\pm</math> 1.27</b>

Nachfolgend ist das Interesse der Jungen und Mädchen aus dem Post- und Follow-Up-Test des Schülerlabors an den Tätigkeiten von Physiker:innen über die RIASEC+N Dimensionen aufgetragen (s. Abb. 42 und Abb. 43). Es zeigt sich, dass auch nach dem Besuch des Schülerlabors die Jungen im Mittel ein größeres Interesse an den Tätigkeiten von Physiker:innen zeigen, als die Mädchen. Lediglich bezogen auf Tätigkeiten der *Social* Dimension geben die Mädchen im Mittel ein leicht höheres Interesse an als die Jungen. Tätigkeiten aus der *Social* Dimension wecken dabei im Posttest für beide Geschlechter das größte Interesse ( $sl\_post: M_{BIS,J} = 2.32, SD = 1.09; M_{BIS,M} = 2.46, SD = 1.22$ ).

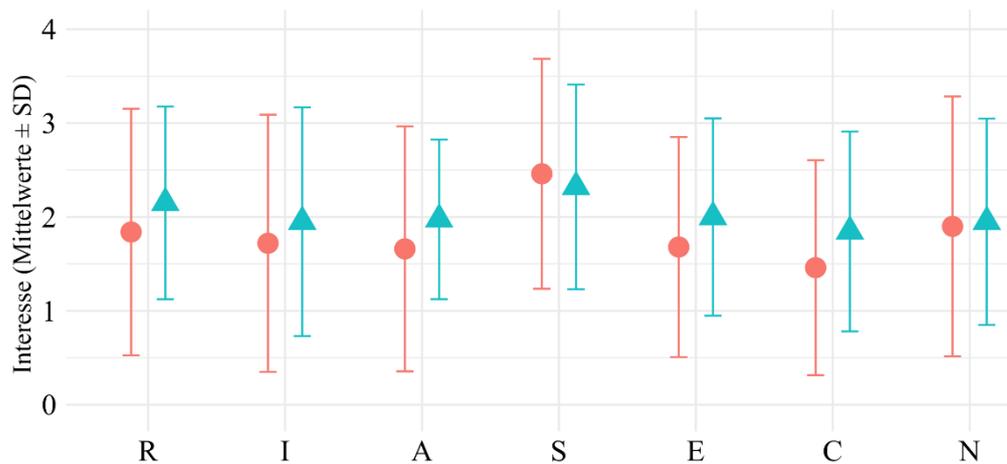


Abb. 42: Mittelwerte und Standardabweichung für das Interesse der Schüler (Dreieck) und Schülerinnen (Kreis) aus dem Posttest des Schülerlabors an beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

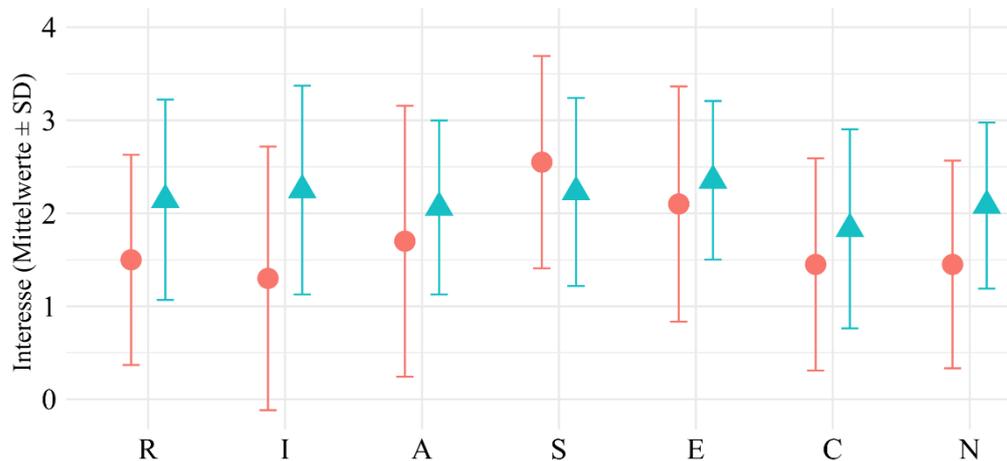


Abb. 43: Mittelwerte und Standardabweichung für das Interesse der Schüler (Dreieck) und Schülerinnen (Kreis) aus dem Follow-Up-Test des Schülerlabors an beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

Während die Jungen und Mädchen im Posttest für Tätigkeiten innerhalb der *Realistic* und *Investigative* Dimension noch ein ähnliches Interesse angeben, unterscheiden sich die Werte im Follow-Up-Test deutlich voneinander. Die Jungen zeichnen sich hier durch ein leicht erhöhtes Interesse aus, während die Mädchen Tätigkeiten aus diesen Dimensionen eher weniger interessieren. Tätigkeiten aus der *Investigative* Dimension sind dabei für Mädchen im Follow-Up-Test am uninteressantesten ( $sl_{fu}: M_{BII,M} = 1.3, SD = 1.42$ ).

Im direkten Vergleich zur Baseline-Stichprobe zeichnen sich die Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors insgesamt durch ein gesteigertes Interesse an Tätigkeiten aus nahezu allen Dimensionen aus (s. Abb. 44).

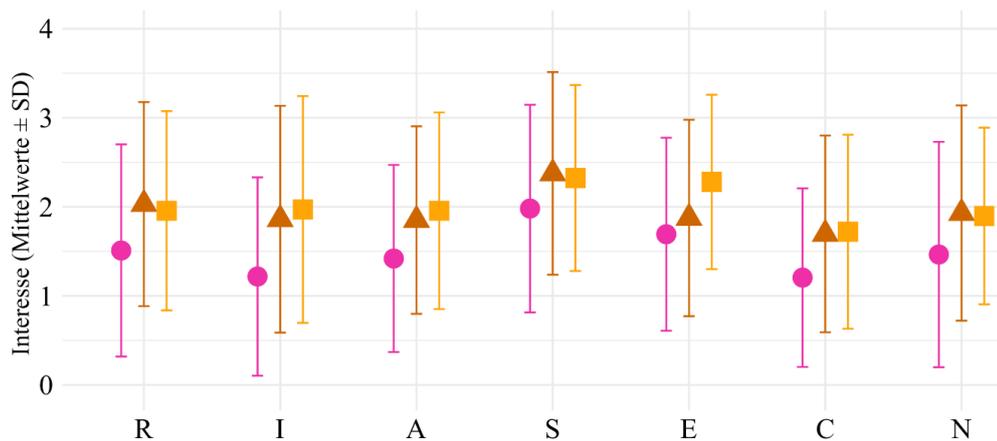


Abb. 44: Mittelwerte und Standardabweichung für das Interesse der Schüler:innen aus dem Post- (Dreieck) und Follow-Up-Test (Quadrat) des Schülerlabors sowie der Baseline (Kreis) an beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen über die RIASEC+N Dimensionen (von 0: „stimmt nicht“ bis 4: „stimmt völlig“).

Schüler:innen, die das Schülerlabor besucht haben, geben direkt nach dem Besuch mit kleiner Effektstärke ein signifikant höheres Interesse an Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen, mit Ausnahme der *Enterprising* Dimension, an als die Schüler:innen der Baseline. Acht Wochen nach dem Besuch sind die Unterschiede noch in der *Investigative*, *Artistic* und *Conventional* Dimension mit kleiner Effektstärke signifikant. Ebenfalls wird der Unterschied in der *Enterprising* Dimension im Follow-Up-Test mit kleinem Effekt signifikant.

Tabelle 48: Ergebnisse der Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Unterschieden im Berufsinteresse der Schülerlabor- und Baselinestichprobe (korrigierte p-Werte).

Vergleich	R	I	A	S	E	C	N
Baseline	$r = 0.20$	$r = 0.23$	$r = 0.19$	$r = 0.16$		$r = 0.21$	$r = 0.17$
sl_post	$Z = -2.98$ $p = 0.015$	$Z = -3.46$ $p = 0.004$	$Z = 2.82$ $p = 0.019$	$Z = -2.41$ $p = 0.032$	n.s.	$Z = -3.17$ $p = 0.009$	$Z = -2.59$ $p = 0.029$
Baseline		$r = 0.22$	$r = 0.19$		$r = 0.22$	$r = 0.19$	
sl_fu	n.s.	$Z = -3.11$ $p = 0.013$	$Z = -2.58$ $p = 0.048$	n.s.	$Z = -3.01$ $p = 0.016$	$Z = -2.59$ $p = 0.048$	n.s.

Die Effektstärke wird als Korrelationskoeffizient „r“ angegeben und nach Cohen (1992) in  $r < 0.30 \rightarrow$  klein;  $0.30 \leq r < 0.50 \rightarrow$  mittel;  $r \geq 0.50 \rightarrow$  groß eingeteilt.

## 10.4 Diskussion und Limitationen

Zunächst ist festzuhalten, dass die Stichproben aus der Baseline und dem Schülerlabor in Bezug auf die soziodemografischen Daten vergleichbar sind, wobei die Baseline eine starke Variation in der Altersstruktur der Schüler:innen aufweist. Bezüglich des individuellen Interesses zeichnet sich die Schülerlaborstichprobe ebenfalls durch eine neutrale, wenn auch leicht positivere Haltung im Vergleich zu Baseline aus. Das Schulfach Physik macht bei den Schüler:innen der

---

Schülerlaborstichprobe eher einen positiveren Eindruck. Grundsätzlich wird das individuelle Interesse als besonders stabile Persönlichkeitseigenschaft angesehen (s. Kapitel 3.3.1 bezogen auf Krapp, 1992). Da sich die Stichproben der Baseline und des Schülerlabors nicht überschneiden, kann an dieser Stelle daher keine Aussage getroffen werden, ob das Schülerlabor einen Einfluss auf das höhere individuelle Interesse hatte oder ob die Schülerlaborgruppe bereits vor dem Besuch ein höheres individuelles Interesse an der Physik gezeigt hat. Ersteres Argument wird gestützt, da ein leichter Rückgang des individuellen Interesses vom Post- zum Follow-Up-Test zu erkennen ist. Gleichzeitig liefern die Daten auch Hinweise auf das zweite Argument, da die Werte der Follow-Up-Stichprobe noch über denen der Baseline liegen. Es müssen daher beide Aspekte zur Begründung des höheren individuellen Interesses der Schülerlaborstichprobe in Betracht gezogen werden.

Der Besuch des Schülerlabors scheint insgesamt in der Lage zu sein bei den Schüler:innen ein gesteigertes situatives Interesse zu wecken. Hervorzuheben ist dabei insbesondere, dass Jungen und Mädchen gleichermaßen an den Angeboten des Schülerlabors Interesse zeigen, was die Befunde aus vorherigen Schülerlaborstudien bestätigt (z. B. in Engeln, 2004; Streller, 2015)<sup>96</sup>. Einen besonders positiven Effekt scheint der Besuch des Labors auf die emotionale Komponente des situativen Interesses zu haben (auch so in Engeln, 2004 und Simon, 2019). Acht Wochen nach dem Besuch des Schülerlabors sinken die Werte in allen drei Komponenten des situativen Interesses zwar leicht ab, es zeigt sich aber kein signifikanter Rückgang. Besonders die emotionale Komponente verbleibt dabei auf einem relativ hohen Niveau. Entgegen der angenommenen Hypothese zur Forschungsfrage F3.1 scheint das Schülerlabor also in der Lage zu sein, auch längere Zeit nach dem Besuch noch positive Auswirkungen auf das situative Interesse der Schüler:innen zu haben. Ebenfalls positiv hervorzuheben ist die wahrgenommene Authentizität des Angebotes. Die Schüler:innen geben direkt und auch acht Wochen nach dem Besuch an, einen guten und authentischen Einblick in die aktuelle Forschung und die Arbeitsweisen der Physik bekommen zu haben. Dieser Effekt zeigt sich im Posttest für beide Geschlechter gleichermaßen. Im Follow-Up-Test nehmen die Mädchen das Angebot noch authentischer wahr als die Jungen. Bezogen auf das Image der Physik bleibt das Schülerlabor hinter den Erwartungen der Hypothese zu F3.1 zurück, da sich keine positiven Effekte auf das

---

<sup>96</sup> Streller findet nur direkt nach dem Angebot gleiche Werte für das situative Interesse. In seinem Follow-Up-Test zeichnen sich die Jungen wieder durch höhere Werte in allen drei Komponenten des situativen Interesses aus.

---

Image der Physik als Wissenschaft feststellen lassen. Das Image der Physik als Unterrichtsfach fällt auch in der Schülerlaborstichprobe erwartungsgemäß (so auch in Simon, 2019 und Weißnigk, 2013) etwas niedriger aus als das Image der Physik als Wissenschaft, wengleich der Unterschied nicht so stark ausgeprägt ist, wie in der Baseline. Das leicht positivere Image der Physik als Unterrichtsfach nach dem Laborbesuch im Vergleich zur Baseline passt dabei zu den anderen motivationalen Skalen, da die Schülerlaborstichprobe, wie oben bereits erwähnt, auch in der Beliebtheit des Schulfaches Physik höhere Werte erzielt. An dieser Stelle kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob das Schülerlabor diesen Effekt auf die Wahrnehmung des Faches hat oder ob die Schüler:innen bereits vor dem Besuch diese Einstellung hatten. Fraglich wäre im ersten Fall, warum gerade das Image der Physik als Unterrichtsfach und nicht jenes der Wissenschaft durch das Schülerlabor befördert wird. Abschließend bleibt zu sagen, dass das Image der Physik also im Gegensatz zu vergleichbaren Studien (s. o.) durch den Besuch des Schülerlabors wenig bis gar nicht beeinflusst zu werden scheint.

Bezüglich der Berufskennntnis ergeben sich für die Schülerlaborstichprobe teilweise vielversprechende, aber auch teils ambivalente Ergebnisse. So schätzen die Schüler:innen einerseits ihre subjektive Kenntnis der beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen direkt und acht Wochen nach dem Besuch des Schülerlabors signifikant höher ein als Schüler:innen der Baselinestudie. Andererseits ist der relative Anteil an „Ich weiß es nicht“-Antworten im Posttest deutlich höher als in der Baselinestichprobe. Acht Wochen nach dem Besuch liegt der relative Anteil wieder auf einem ähnlichen Niveau wie in der Baseline. Bezieht man die Tatsache mit ein, dass die Schüler:innen direkt nach dem Besuch des Schülerlabors Tätigkeiten innerhalb der *Investigative*, *Artistic*, *Social*, *Enterprising* und *Conventional* Dimension signifikant höher bewerten als die Baseline, so liegt die Vermutung nahe, dass die Schüler:innen im Verlauf des Schülerlabors tatsächlich die Tätigkeiten aus den genannten Dimensionen als Teil des Arbeitsalltages von Physiker:innen wahrnehmen, während sie dadurch gleichzeitig etwas verunsichert werden und sich weniger gut zutrauen die Häufigkeit dieser Tätigkeiten zu bewerten. Auch die Zunahme der Distraktoren unterstreicht die relative Verunsicherung. Diese Interpretation wird durch die zusätzliche Betrachtung der qualitativen Freitextantworten gestützt. Zunächst ist hervorzuheben, dass die Schüler:innen insgesamt direkt und acht Wochen nach dem Schülerlaborbesuch mehr Tätigkeiten nennen können als die Schüler:innen der Baseline. Außerdem ist der relative Anteil der Schüler:innen, die gar keine Tätigkeit im Freitextfeld nennen können beziehungsweise wollen nach dem Schülerlabor geringer. Auch die inhaltliche Qualität der Antworten ist nach dem Besuch des Labors als besser zu bewerten, da

---

seltener auf pauschale Überbegriffe wie „Forschen“ zurückgegriffen wird. Während das „Experimentieren“ als sehr stereotypische Tätigkeit der *Realistic* Dimension auch nach dem Schülerlabor noch die prominenteste Tätigkeit in den Antworten der Schüler:innen darstellt, wird mit dem „Simulieren“ an zweiter Stelle außerdem auch eine wesentliche Tätigkeit der theoretischen Physik von vielen genannt. Genauso wie das „Simulieren“ taucht das „Programmieren“ in den Schüler:innen-Antworten nach dem Besuch des Schülerlabors häufiger auf. Die Schüler:innen scheinen demnach durch das Schülerlabor in der Lage zu sein, die Tätigkeiten innerhalb der *Investigative* Dimension differenzierter zu beschreiben. An dieser Stelle soll allerdings nochmals erwähnt werden, dass die Antworten der Schüler:innen auch nach dem Besuch des Schülerlabors mit im Mittel weniger als drei Tätigkeiten pro Schüler:in noch immer sehr knapp sind. Die Schüler:innen scheinen zwar in der Lage zu sein, beim Blick auf das Berufsfeld „Physik“ neben den stereotypischen Dimensionen (*Realistic* und *Investigative*) vermehrt auch Tätigkeiten aus anderen Dimensionen zu betrachten, gleichzeitig werden Tätigkeiten wie das Schreiben von Anträgen (*Conventional*), was am Schülerlabortag mehrfach Erwähnung und Anwendung findet, gar nicht genannt. Von einem fundierten Wissen um den Arbeitsalltag in der Physik kann also auch nach dem Besuch des Labors nicht ausgegangen werden. Auch bei der Spezifizierung der beschriebenen Person im Freitextfeld wird nach dem Schülerlaborbesuch von knapp 30 Prozent der Schüler:innen „Albert Einstein“ genannt. Analog zur Baseline beschreiben die Schüler:innen paradoxerweise bei der Bewertung der Tätigkeiten gleichzeitig eher Forschende aus der experimentellen Physik. Offensichtlich ist das Schülerlabor damit nicht in der Lage, den Schüler:innen im Verlauf des Angebotes eine andere, aktuellere Stellvertreterperson der Physik zu präsentieren, wodurch sie bei der Beschreibung auf die stereotypische Person Albert Einsteins zurückgreifen. Vergleichbare Ergebnisse finden sich im Follow-Up-Test acht Wochen nach dem Besuch. Die Hypothese zur Forschungsfrage F.3.2 lässt sich also nur zum Teil bestätigen. Durch den Besuch des Schülerlabors können die Schüler:innen zwar mehr Tätigkeiten aus dem Arbeitsalltag von Forschenden der Physik nennen, geben aber immer noch stark stereotypische Antworten und fokussieren sich auf experimentelle Tätigkeiten. Dieser leichte Zuwachs in der Berufskennntnis bleibt dabei erfreulicherweise auch nach acht Wochen noch bestehen.

Auch der Vergleich der Schüler:innen-Antworten mit den Antworten der Physiker:innen des SFB 1245 zeigt, dass die Vorstellungen der Schüler:innen zum Arbeitsalltag in der Physik noch stark von experimentellen Tätigkeiten geprägt sind. Nach dem Besuch des Schülerlabors lässt sich einzig zu den (Post-)Doktorand:innen der experimentellen Physik eine leichte Ähnlichkeit

---

der angenommenen und tatsächlichen Tätigkeitsprofile ausmachen. Dabei spezifiziert keine:r der Schüler:innen seine/ihre Beschreibung in dieser Weise, was die Vermutung nahelegt, dass die Ähnlichkeit zum Tätigkeitsprofil von Doktorand:innen der experimentellen Physik eher unwissentlich besteht und aus nach wie vor stereotypischen Annahmen resultiert. Insbesondere die Tätigkeiten in der theoretischen Physik werden von den Schüler:innen noch unzutreffend eingeschätzt. Passend dazu nehmen lediglich vier Schüler:innen im Freitextfeld explizit Bezug zur Unterscheidung von theoretischer und experimenteller Physik. Die letzte Forschungsfrage bezüglich des Schülerlabors (F.3.3) mit korrespondierender Hypothese lässt sich demnach wie folgt beantworten. Die Schüler:innen beschreiben das Tätigkeitsspektrum nach dem Besuch des Schülerlabors zwar insgesamt breiter, können ihre Antworten aber nicht explizit auf bestimmte Statusgruppen oder die experimentelle/theoretische Physik beziehen.

Bezüglich der Berufsorientierung und Berufswahlintention zeigen sich hingegen vielversprechende Befunde. Auch, wenn insgesamt betrachtet die Einstellung der Schüler:innen später einen Beruf aus den Naturwissenschaften zu ergreifen auch nach dem Besuch des Schülerlabors neutral ist, lässt es sich als positives Ergebnis ansehen, dass die Diskrepanz der Antworten von Jungen und Mädchen nach dem Laborbesuch geringer ist, als in der Baseline. So stehen Jungen und Mädchen einem späteren Beruf aus dem Bereich der Physik direkt und acht Wochen nach dem Besuch des Schülerlabors gleichermaßen neutral gegenüber. Bezüglich der Interessen an den konkreten Tätigkeiten aus dem Arbeitsalltag von Physiker:innen bleiben die Mädchen zwar auch mit Ausnahme der *Social* Dimension nach dem Schülerlaborbesuch hinter denen der Jungen zurück. Vergleicht man jedoch die Schülerlaborstichprobe mit der Baseline, so zeichnet sich erstere durch ein signifikant höheres Interesse an Tätigkeiten aus sechs der sieben RIASEC+N Dimensionen (mit Ausnahme der *Enterprising* Dimension) aus. In der Follow-Up-Erhebung lassen sich noch kleine signifikante Unterschiede in der *Investigative*, *Artistic* und *Conventional* Dimension sowie dann auch in der *Enterprising* Dimension nachweisen. Sicherlich förderlich für die Berufswahlintention in Richtung Physik (insbesondere der Mädchen) ist die Tatsache, dass die Schüler:innen Tätigkeiten der *Social* Dimension nach dem Schülerlabor stärker wahrnehmen und gleichzeitig an deren Ausführung im späteren Beruf am interessiertesten sind.

Das Schülerlabor scheint insgesamt in der Lage zu sein, den Schüler:innen vorher unbekannte Tätigkeiten von Physiker:innen zu präsentieren und damit in gewisser Weise ihr stereotypisches Berufsbild zu irritieren. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Schüler:innen außerdem durch den Besuch des Schülerlabors eine positivere Sichtweise auf das Berufsfeld erhalten.

---

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind besonders auch in der Schülerlaborstudie Limitationen aufgrund der geringen und ausgewählten Stichprobe zu beachten. Insbesondere die kleine Stichprobe des Follow-Up-Tests schränkt die Belastbarkeit der Ergebnisse ein. Außerdem muss gerade bei der Follow-Up-Erhebung von einer Selbstselektion der Teilnehmenden ausgegangen werden, was sich auch in der relativ großen Anzahl an ungültigen Datensätzen wegen zu schnellen Ausfüllens oder Musterkreuzungen in dieser Stichprobe zeigt. Auch ist es nicht zu vernachlässigen, dass meistens engagierte Lehrkräfte einen Schülerlaborbesuch organisieren und es dadurch ebenfalls zu einer Positivauswahl bei der Stichprobe kommen kann. Durch die Ergänzung der quantitativen Daten mit den qualitativen Freitextantworten lassen sich dennoch vor allem in Bezug zu den Vorstellungen der Schüler:innen zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik fundierte Aussagen treffen. Eine weitere Einschränkung ergibt sich daraus, dass sich die Stichproben der Baseline und des Schülerlabors zwar in Bezug auf die Rahmenbedingungen wie Alter, Jahrgangsstufe oder Schulart ähneln, sich aber nicht überschneiden. Direkte Vergleiche im Sinne eines Prä-Post-Designs und damit auch direkte Aussagen über die Wirksamkeit des Angebotes auf die einzelnen Konstrukte können daher nicht gezogen werden. Die Daten sollten daher eher im Sinne eines Vergleichs von ähnlichen Stichproben verstanden werden. Durch den Abgleich mit Ergebnissen aus vorherigen Studien kann der Post- und Follow-Up-Test dennoch als Bestandsaufnahme der Wirksamkeit des Schülerlabors gewertet werden.

---

## 11 Gegenüberstellung der Teilstudien und Diskussion

---

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Teilstudien miteinander verglichen und unter Einbeziehung des bisherigen Forschungsstandes diskutiert.

Zunächst sind die Erkenntnisse der Vorstudie einzuordnen. Die Antworten der Physiker:innen des SFB 1245 zu deren Tätigkeiten zeigen, dass der starke und teils alleinige Fokus der bisherigen Forschung auf die *Realistic* Dimension und damit auf experimentbezogene Tätigkeiten in den Vorstellungen vieler Schüler:innen für die theoretische Physik und damit einem wesentlichen Bereich der Physik so nicht haltbar ist. Die Ausführungen in den Studien von Wentorf et al. (2015), Stamer et al. (2019) und Leiß (2019) zeigen zwar, dass es wesentliche Überschneidungen bezüglich vieler Tätigkeitsbereiche gibt. Insbesondere bezogen auf die *Realistic* Dimension lassen sich deren Erkenntnisse allerdings nicht auf die Arbeitsweisen der theoretischen Physik übertragen. Auch in der *Investigative* und *Conventional* Dimension wurden in den genannten Studien mit den bestehenden Instrumenten die Tätigkeiten der theoretischen Physik nicht hinreichend abgebildet. Durch die Vorstudie mit den Physiker:innen des SFB 1245 und die darauffolgende Anpassung der Erhebungsinstrumente können nun auch die Vorstellungen der Schüler:innen zum Arbeitsalltag in der Kern- und Astrophysik adäquat abgebildet werden. Durch die Anpassungen im Erhebungsinstrument werden außerdem keine „falschen“ Antworten mehr provoziert (z. B. bei der Frage, wie häufig Experimente durchgeführt werden). Da es somit auch die Möglichkeit der Spezifizierung der beschriebenen Person gibt, sind die Bedenken von Stamer (2019) ausgeräumt, dass man nicht sagen könne, ob Professor:innen oder Doktorand:innen von den Schüler:innen beschrieben werden. Die Ergänzung des Freitextfeldes zu Beginn des Fragebogens liefert hierzu außerdem wertvolle Hinweise zur Interpretation der Ergebnisse.

### Motivationale und affektive Aspekte

In allen drei Stichproben (Baseline, Projektwoche und Schülerlabor) und zu allen Messzeitpunkten lässt sich ein mittleres bis hohes Fachinteresse an der Physik feststellen, das auch über die untersuchten Jahrgangsstufen hinweg relativ konstant ist. Das geringe Niveau im Fachinteresse, welches frühere Studien immer wieder finden (Hasni & Potvin, 2015; Hoffmann et al., 1998; Jansen et al., 2013) und welches auch noch im Verlauf der Schuljahre zurückgeht, lässt sich demnach in den hier vorgestellten Studien nicht nachweisen. Wie auch bei Simon (2019) sind die Werte für das Fachinteresse in allen Stichproben und zu allen Messzeitpunkten höher als jene für das Sachinteresse. Auch die Beliebtheit des Schulfaches Physik wird von den

---

Schüler:innen der Baseline als mittel, von jenen des Schülerlabors als hoch und von denen der Projektwoche als sehr hoch bewertet. Passend hierzu wird das Image der Physik als Unterrichtsfach im Mittel in allen Teilstudien und dabei unabhängig von den Interventionen als leicht positiv eingeschätzt. Es ist also positiv hervorzuheben, dass die untersuchten Schüler:innen dem Schulfach Physik scheinbar nicht mehr so negativ wie noch in früheren Studien (z. B. in Merzyn, 2008) gegenüberstehen und es allgemein als wichtig anerkennen. Ob sich hieraus ein allgemeiner positiver Trend in diese Richtung ablesen lässt, ist aufgrund der kleinen Stichprobengrößen und der teils gesonderten Auswahl der Schüler:innen (insbesondere bei der Projektwoche) nicht zu sagen. Teilweise ernüchternde Ergebnisse zeigen sich in Bezug auf die Persistenz der geschlechtsbezogenen Unterschiede im individuellen Interesse und den Einstellungen zur Physik. In der Baseline ergeben sich signifikante Unterschiede im Fach- und Sachinteresse sowie der Beliebtheit des Schulfaches und in beiden Komponenten des Images der Physik zwischen Jungen und Mädchen. Dieser Vorsprung der Jungen zeigt sich auch noch nach dem Besuch des Schülerlabors, wobei die Unterschiede hier nicht mehr signifikant sind. Die vorliegenden Studien, die mit ganzen Schulklassen durchgeführt wurden (Baseline und Schülerlabor), bestätigen also die Ergebnisse vorheriger Studien, dass die Mädchen im Allgemeinen von der Physik als Wissenschaft und dem Unterrichtsfach weniger angesprochen werden und ein geringeres individuelles Interesse daran zeigen als die Jungen (vgl. Abschnitt 3.3.1.1). Während ein positiver Einfluss auf das individuelle Interesse der Mädchen – aber auch der Jungen – wegen der relativen Stabilität dieser Personeneigenschaft (Krapp, 1992) durch die Interventionen auch nicht zu erwarten war (auch so in Guderian, 2006), lassen die Ergebnisse zum situativen Interesse eine Förderung beider Geschlechter erhoffen. Wird demnach das, durch die vorgestellten Interventionen geweckte, situative Interesse (in den drei Komponenten emotional, epistemisch und wertbezogen) betrachtet, so zeigen sich vielversprechende Ergebnisse. Das Schülerlabor ist in der Lage direkt nach dem Angebot bei den Jungen und Mädchen gleichermaßen ein mittleres bis hohes situatives Interesse hervorzurufen. Die Projektwoche weckt sogar ein sehr hohes situatives Interesse und spricht ebenfalls beide Geschlechter gleichermaßen an. Die vorgestellten Angebote mit den inhaltlichen Bezügen zur Kern- und Astrophysik und der aktuellen Forschung schaffen es also direkt nach den Angeboten ein gesteigertes Interesse bei Jungen und Mädchen gleichermaßen hervorzurufen. Die Interessanztheit dieser Themen, die bereits in verschiedenen Studien gezeigt wurde (Baram-Tsabari & Yarden, 2005; Elster, 2010), kann also auch in den vorliegenden Studien bestätigt werden. Bezüglich der Nachhaltigkeit dieser positiven Effekte auf das situative Interesse zeigen sich leichte Unterschiede bei den Interventionen. Während die Projektwoche

- 190 -

---

---

auch im Follow-Up-Test nach acht Wochen noch ähnliche oder sogar höhere Werte in allen drei Komponenten des situativen Interesses hervorruft, gehen die Werte von Post- zum Follow-Up-Test des Schülerlabors leicht zurück und erreichen in der epistemischen Komponente gerade so noch Werte oberhalb der Mitte der Skala. Eine Konsolidierung des geweckten situativen Interesses auf einem hohen Niveau kann in den vorliegenden Studien nur durch die Projektwoche erreicht werden. Neben den positiven Emotionen (bezogen auf die emotionale und wertbezogene Komponente des situativen Interesses), die die Projektwoche auch noch nach längerer Zeit bei den Schüler:innen hervorruft, lässt sich im Gegensatz zum Schülerlabor durch die Projektwoche auch ein positiver Effekt auf das Image der Physik als Wissenschaft beobachten. Direkt sowie acht Wochen nach der Projektwoche nehmen die Schüler:innen die Physik als Wissenschaft signifikant eher innovativ statt konservativ, fortschrittlich statt rückschrittlich, offen statt abgeschlossen, dynamisch statt statisch, kreativ statt unkreativ, produktiv statt unproduktiv und abschließend wichtig statt unwichtig wahr. Die Projektwoche ist demnach in der untersuchten Stichprobe in der Lage, trotz des sehr hohen Ausgangsniveaus das Image der Physik als Wissenschaft noch zu befördern und erfreulicherweise auch mindestens für acht Wochen nachhaltig zu sichern. Bedenkt man den wesentlichen Einfluss des Images auf die Berufs- und Studienwahl (vgl. Frank, 2014), so setzt die Projektwoche durch die weitere Verbesserung des Images auch hier die richtigen nachhaltigen Impulse. Im Vergleich zu den Ergebnissen von Simon (2019), der ebenfalls eine Imageverbesserung der Wissenschaft bei stark interessierten Jugendlichen nach dem Besuch eines Physik-Schülerlabors findet, ist im vorliegenden Fall die Zunahme nach der Projektwoche auch noch stärker ausgeprägt. Auch wenn die Angebote nicht direkt vergleichbar sind, lässt sich dadurch vermuten, dass die längere Dauer der Projektwoche einen Zugewinn bei der Imageförderung erreichen kann.

Die Projektwoche wird von den jeweiligen Teilnehmenden deutlich authentischer wahrgenommen als das Schülerlabor (0.8 Skaleneinheiten auf einer fünfstufigen Skala). Gleichwohl geben auch die Schüler:innen des Schülerlabors an, im Mittel einen authentischen Einblick in die physikalische Forschung erhalten zu haben. Dieser Eindruck bleibt bei beiden Interventionen auch nach acht Wochen noch bestehen. Die Unterschiede lassen sich einerseits durch die unterschiedliche Dauer der Angebote begründen. Andererseits haben die Schüler:innen in der Projektwoche mehr direkten Kontakt zu Forschenden, was bereits in zahlreichen Studien als besonderes Authentizitätsmerkmal herausgestellt wurde (z. B. in Pea, 1994; Stamer, 2019).

---

## Berufskennntnis

Bezüglich der Berufskennntnis ist zunächst festzuhalten, dass die Schüler:innen vor der Projektwoche und in der Baselinestichprobe unabhängig von der besuchten Jahrgangsstufe und dem Interesse an Physik annehmen, gleichermaßen eher wenig über die Tätigkeiten von Physiker:innen zu wissen. Es lässt sich außerdem in den besagten Stichproben kein Zusammenhang zwischen der subjektiv wahrgenommenen Berufskennntnis und den persönlichen Kontakten zu Physiker:innen herstellen. Offensichtlich ist also von einer gesteigerten Kennntnis der beruflichen Tätigkeiten von Physiker:innen durch persönliche Bekannte in diesem Bereich nicht ohne Weiteres auszugehen. Interessanterweise vermuten jedoch die Jungen in allen Stichproben – ohne dass dies tatsächlich der Fall ist – mehr über den Arbeitsalltag von Physiker:innen zu wissen als die Mädchen. Das ist nicht verwunderlich, da Männer in psychologischen Studien ihre Fähigkeiten häufiger überschätzen („male hubris, female humility“ z. B. in Reilly et al., 2022).

Bezüglich des Einflusses der Interventionen auf die subjektive Berufskennntnis der Schüler:innen finden sich erfreuliche Ergebnisse. Sowohl das Schülerlabor als auch die Projektwoche sind in der Lage, die subjektiv wahrgenommene Berufskennntnis der Schüler:innen signifikant und nachhaltig zu erhöhen. In der Stichprobe der Projektwoche sind hier stärkere Effekte nachweisbar (etwa ein Skaleneinheit auf der fünfstufigen Skala). Zusätzlich werden nach der Projektwoche Tätigkeiten in sechs und nach dem Schülerlabor in fünf der RIASEC+N Dimensionen signifikant höher bewertet als vor dem Besuch des Angebotes (bzw. im Vergleich zur Baselinestichprobe)<sup>97</sup>. In beiden Stichproben geht dieser Effekt im Follow-Up-Test in fast allen Dimensionen etwas zurück und ist dann nicht mehr signifikant. Offensichtlich schafft es sowohl die Projektwoche als auch das Schülerlabor den Schüler:innen Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen zu präsentieren, sodass diese direkt nach dem Besuch annehmen, dass diese Tätigkeiten vermehrt auch zum Arbeitsalltag in der Physik gehören. Bei genauerer Betrachtung fallen jedoch auch wesentliche Unterschiede bei den beiden Interventionsstichproben auf. Erstens fällt auf, dass die Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors die Distraktoren höher bewerten als vor dem Besuch. Die Bewertung der Distraktoren erreicht im Follow-Up-Test des Schülerlabors fast die Skalenmitte. In der

---

<sup>97</sup> Jeweils von Schüler:innen, die keine explizite Spezifikation der beschriebenen Person vornehmen.

---

Stichprobe der Projektwoche findet sich genau der entgegengesetzte Effekt. Hier werden die Distraktoren („falsche“ Tätigkeiten wie bspw. „Kundengespräche führen“) nach dem Besuch signifikant stärker abgelehnt. Zweitens wählen die Schüler:innen nach dem Schülerlabor deutlich häufiger die Antwortoption „Ich weiß es nicht“ in allen Dimensionen und den Distraktoren als die Teilnehmenden der Projektwoche. Dieser Umstand kann so interpretiert werden, dass die stereotypischen Vorstellungen der Schüler:innen durch die Angebote zunächst irritiert werden. Während die Schüler:innen des Schülerlabors ihrer „Verunsicherung“ direkt nach dem Laborbesuch bei der Bewertung der Tätigkeiten Ausdruck verleihen, haben die Schüler:innen der Projektwoche während der Tage Zeit diese Irritation zu reflektieren und an gegebener Stelle Nachfragen zu stellen. Sie lernen außerdem an vier aufeinanderfolgenden Tagen etwas über den Forschungsalltag in der Physik, was ihre neu gewonnenen Vorstellungen festigt. Die Projektwoche steigert demnach nicht nur die subjektive Berufskennntnis, sondern gibt den Schüler:innen auch mehr Selbstsicherheit bei Einschätzung von Tätigkeiten in der Physik, als es das Schülerlabor vermag. Der Vergleich der gegebenen Freitextantworten der Schüler:innen zu den Tätigkeiten von Forschenden in der Physik zeigt ebenfalls nochmals Unterschiede in den Wirkungen der beiden Interventionen auf. Durch beide Interventionen sind die Schüler:innen in der Lage nach den jeweiligen Angeboten mehr Tätigkeiten von Physiker:innen zu nennen als vorher (bzw. als Schüler:innen der Baseline). Schüler:innen, die das Schülerlabor besuchen, geben allerdings nach dem Besuch immer noch sehr kurze Antworten und orientieren sich stark an stereotypischen Tätigkeiten, während die Schüler:innen nach dem Besuch der Projektwoche deutlich längere und teils sehr ausführliche Antworten mit peniblen Beschreibungen des Arbeitsalltages in der Physik geben. Die Antworten der Stichprobe der Projektwoche sind dabei außerdem stärker differenzierend und beschreiben ein breiteres Tätigkeitsspektrum. So nennen die Schüler:innen nach der Projektwoche deutlich häufiger Tätigkeiten außerhalb der eher stereotypischen *Realistic* und *Investigative* Dimension als die Besucher:innen des Schülerlabors. Die Schüler:innen können nach dem Besuch des Schülerlabors zwar einige Tätigkeiten der theoretischen Physik neben jenen der experimentellen nennen, gehen aber nur sehr selten explizit auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten beider Ausrichtungen ein. Nach dem Besuch der Projektwoche werden hingegen regelmäßig Tätigkeiten der theoretischen und der experimentellen Physik beschrieben und häufiger auch explizit voneinander abgegrenzt. Bezieht man zusätzlich noch die Tatsache mit ein, dass nach dem Besuch der Projektwoche zahlreiche Schüler:innen in der Lage sind die Tätigkeitsprofile von Doktoranden der theoretischen und experimentellen Physik

---

sowie von Physikprofessor:innen exakt (jedoch etwa einen Skalenpunkt zu hoch) nachzuzeichnen und diese auch so zu benennen, wird ersichtlich, dass die Projektwoche die Berufskennntnis der Schüler:innen stark verbessert. Schüler:innen der Baseline und des Schülerlabors nehmen zwar auch ein Tätigkeitsprofil von Physiker:innen an, das jenem von Doktorand:innen der experimentellen Physik ähnelt, sind sich dabei aber nicht bewusst, dass sie „nur“ die Tätigkeiten dieser Personengruppe beschreiben. Zumindest nimmt keine:r der Schüler:innen die Möglichkeit wahr, die beschriebene Person als Doktorand:in der Experimentalphysik zu spezifizieren. Schüler:innen, die an der Projektwoche teilgenommen haben, greifen bei ihrer Beschreibung von Physiker:innen nicht mehr auf die bekannten „herausragenden Individuen“ zurück, was dafür spricht, dass ihnen im Laufe des Angebotes alternative Personen begegnet sind, die die Tätigkeiten in der modernen physikalischen Forschung für sie besser repräsentieren. Nichtsdestotrotz tragen beide Angebote zu einem nachhaltigen Wissenszuwachs bei der Berufskennntnis bei, wobei ausschließlich durch den Besuch der Projektwoche ein fundiertes Wissen über den Forschungsalltag der theoretischen und experimentellen Physik einer Mehrheit der Schüler:innen vermittelt werden kann. Besonders hervorzuheben ist dabei insgesamt, dass die theoretische Physik nach dem Besuch der Projektwoche von den Schüler:innen stärker wahrgenommen wird. Die Befunde zum Schülerlabor lassen sich zwischen den Ergebnissen von Budke (2019), der bei einem einmaligen Besuch eines Schülerlabors keine verbesserte Berufskennntnis feststellt und Stamer (2019) sowie Leiß (2019) einordnen, die dahingehend eine signifikante Verbesserung finden.

### **Berufswahlintention und -interesse**

Bezüglich der Berufswahlintention ergeben sich insgesamt vielversprechende Werte. Insgesamt geben die Schüler:innen der Baseline im Mittel an, den Naturwissenschaften als zukünftiges Berufsfeld neutral gegenüberzustehen. Bezogen auf explizit physikalische Berufe zeigt sich allerdings, wie beim Interesse, ein gewisser Gender-Gap, wonach die Mädchen einen Beruf aus dem Bereich der Physik eher ablehnen als die Jungen. Dieser Unterschied zeigt sich vor dem Besuch auch bei der besonders interessierten Stichprobe der Projektwoche, wenn auch auf einem insgesamt erhöhten Niveau. Sowohl nach dem Besuch der Projektwoche als auch des Schülerlabors lässt sich dieser „Rückstand“ in den physikalischen Berufserwartungen nicht mehr feststellen. Zwar zeigt sich bei Betrachtung der Skala insgesamt keine Steigerung, dafür nehmen Jungen und Mädchen gleichermaßen nach dem Besuch des Schülerlabors eine neutrale und nach dem Besuch der Projektwoche eine positive Haltung zu den Naturwissenschaften und auch der Physik als zukünftiges Berufsfeld ein. Beide hier vorgestellten Interventionen schaffen

---

es also insbesondere die Physik bei den Mädchen als zukünftiges Berufsfeld attraktiver zu machen.

Hinsichtlich des Interesses der Schüler:innen an Tätigkeiten von Physiker:innen kann durch den Besuch des Schülerlabors ebenfalls eine Verbesserung angenommen werden. Während in der Baselinestichprobe alle Schüler:innen ein eher geringes Interesse an Tätigkeiten aus allen RIASEC+N Dimensionen – mit Ausnahme der *Social* Dimension (wird neutral bewertet) – zeigen, geben die Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors ein neutrales bis leicht erhöhtes und damit signifikant höheres Interesse an allen Tätigkeiten an. Das gesteigerte Interesse an den Tätigkeiten von Physiker:innen findet sich auch noch acht Wochen nach dem Besuch. Hier sind es ebenfalls wieder vor allem Tätigkeiten der *Social* Dimension, die die Schüler und besonders die Schülerinnen interessieren, was die Ergebnisse von Höffler et al. (2019), Wentorf et al. (2015) und Sjøberg (1988) bestätigt. Ein besonderes Interesse der Jungen an Tätigkeiten der *Enterprising* Dimension, wie es noch in letzteren beiden Studien zu finden war, lässt sich in den vorliegenden Stichproben nicht finden. Die Projektwoche vermag es hingegen nicht das Berufsinteresse der Jugendlichen zu steigern. Sie starten vor der Projektwoche insgesamt auf einem neutralen bis leicht erhöhten Interessensniveau, was sicherlich durch die spezielle Auswahl der Teilnehmenden zu begründen ist. Auch hier werden Tätigkeiten der *Social* Dimension als besonders interessant eingestuft. Daneben sind es außerdem die *Networking*-Tätigkeiten, die von den Schüler:innen zu allen Messzeitpunkten geschätzt werden. Höffler et al. (2019) und Dierks et al. (2016) finden ebenso das gesteigerte Interesse von leistungsstarken und interessierten Schüler:innen an Tätigkeiten dieser sowie der *Investigative* Dimension und begründen es damit, dass die Schüler:innen gerade bei solchen Tätigkeiten annehmen, ihre Stärken gut einbringen zu können (z. B. in der Diskussion physikalischer Inhalte mit anderen Forschenden). Die Ergebnisse der Kieler Forschungsgruppe lassen sich also zumindest in Bezug auf Tätigkeiten der *Networking* Dimension auch im vorliegenden Fall nachweisen. Nach der Projektwoche werden Tätigkeiten aus der *Investigative*, *Artistic*, *Social*, *Enterprising* und *Networking* Dimension unverändert und solche aus der *Realistic* und *Conventional* Dimension als weniger interessant eingestuft. Im Follow-Up-Test verstärkt sich dieser Rückgang sogar noch. Die Ergebnisse können so interpretiert werden, dass die Schüler:innen nach der Woche differenzierter auf die Tätigkeiten von Physiker:innen blicken. Wie weiter oben bereits ausgeführt, erhalten die Schüler:innen in der Projektwoche einen sehr intensiven Einblick in den Forschungsalltag in der Physik und lernen zum Beispiel in Gesprächen mit Physiker:innen beliebte und unbeliebte Tätigkeiten kennen. Daher ist es kaum

---

verwunderlich, dass administrative Tätigkeiten innerhalb der *Conventional* Dimension, die von vielen Physiker:innen ebenfalls nicht favorisiert werden, auch von den Schüler:innen nach der Projektwoche eher abgelehnt werden. Außerdem lernen die Jugendlichen während des Angebotes zahlreiche forschungsrelevante Tätigkeiten neben dem eher stereotypischen Experimentieren (*Realistic* Dimension) kennen. Ihr Interesse kann sich also nach dem Angebot stärker auf andere Tätigkeiten aus den weiteren Dimensionen verteilen, was den Rückgang des Interesses an der *Realistic* Dimension erklärt. Es ist insgesamt davon auszugehen, dass die Projektwoche in Bezug auf das Interesse an Tätigkeiten eine gewisse Distinktionsfunktion erfüllt. Die Schüler:innen erhalten während der Woche einen intensiven Einblick in den Forschungsalltag der Physik, was sie anschließend in die Lage versetzt, begründet zu entscheiden, ob sie die Tätigkeiten von Physiker:innen auch in ihrem späteren Beruf ausführen möchten oder nicht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Projektwoche als auch das Schülerlabor positive Impulse bei affektiven Merkmalen und der Berufskennntnis von Schüler:innen im Bereich der physikalischen Forschung setzen. Die Angebote stehen dabei in ihrer jeweiligen Ausrichtung für sich und sollten weniger in Konkurrenz zueinander als viel mehr als komplementäre Angebote mit unterschiedlichem Fokus angesehen werden. Auf der einen Seite bietet das Schülerlabor „Physics Student Lab“ einer großen Anzahl an Schüler:innen in heterogenen Gruppen die Möglichkeit, erste Erfahrungen mit den Tätigkeiten und Abläufen der physikalischen Forschung zu machen. Das Schülerlabor vermag erste grobe Stereotype über Physiker:innen abzubauen und den Schüler:innen durch das Aufzeigen von vielfältigen Tätigkeiten einen Beruf in der Physik näherzubringen. Durch den geschlechtsunabhängig interesselördernden Charakter des Angebotes werden Jungen und Mädchen gleichermaßen angesprochen. Es handelt sich hierbei somit um eine Möglichkeit zur Breitenförderung, die in Bezug zum situativen und berufsbezogenen Interesse und bei der Berufskennntnis auch nachhaltig positive Effekte verspricht. Auf der anderen Seite richtet sich die viertägige universitäre Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ besonders an Physik interessierte Schüler:innen. Durch die lange Dauer des Angebots und die vielfältigen Programmpunkte erhalten die Schüler:innen einen vertieften Einblick in den Forschungsalltag der Physik. Stereotype über das Berufsfeld der physikalischen Forschung werden größtenteils ausgeräumt und durch eine fundierte Berufskennntnis ersetzt. Es versetzt die Schüler:innen damit in die Lage, gut begründete Laufbahn- und Berufsentscheidungen zu treffen. Durch die nachhaltige Wirkung des Angebots auf das Interesse und das Image der Physik als Wissenschaft

---

können die positiven Einstellungen der Schüler:innen zur Physik konsolidiert oder sogar weiter verstärkt werden. Es bleibt zu hoffen, dass dadurch die Physik aus den anderen Naturwissenschaften heraussticht und vermehrt entsprechende Berufe und Studiengänge von den Teilnehmenden ergriffen werden. Die Projektwoche stellt sich somit eher als Angebot zur Nachwuchsförderung dar.

---

## 12 Limitationen, Implikationen und Ausblick

---

Durch das verwendete Studiendesign, die eingesetzten Erhebungsinstrumente, die Durchführung der Interventionen und vieles mehr ergeben sich zahlreiche Limitationen, die bei der Interpretation der Ergebnisse bedacht werden müssen. Häufig können daraus direkte Empfehlungen für zukünftige, ähnlich gelagerte Untersuchungen abgeleitet werden.

In der Vorstudie wurde der Arbeitsalltag von Physiker:innen des SFB 1245 erfasst. Auch wenn mit etwa 50 Prozent ein relativ großer Anteil aller Mitglieder des SFB 1245 erreicht werden konnte, kann dennoch nicht ausgeschlossen werden, dass die übrigen Mitglieder noch wesentliche Tätigkeiten ausführen, die von den Teilnehmenden der Studie nicht geäußert wurden. Außerdem behandelt der SFB 1245 ausschließlich Themen der Kern- und Astrophysik. Die gefundenen Tätigkeiten und Profile sind demnach nicht ohne Weiteres auf die Physik insgesamt zu übertragen. Gleichwohl sollten sich nach Ansicht des Verfassers dieser Arbeit in anderen Fachbereichen der Physik der Fragebogen ebenso einsetzen und grundsätzlich ähnliche Tätigkeitsprofile finden lassen. Nichtsdestotrotz wäre der Einsatz des Erhebungsinstrumentes in anderen Physik-Fachbereichen und an anderen Universitäten spannend, um diesbezügliche Vergleiche und allgemeingültige Aussagen über die Tätigkeiten in der physikalischen Forschung möglich zu machen.

Außerdem sollte für die Vergleichbarkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Studien einer ähnlichen Logik bei der Einteilung von Tätigkeiten in die RIASEC+N Dimensionen gefolgt werden. Die vorliegende Arbeit liefert hierfür erstmal eine zusammenstellende Beschreibung der RIASEC+N Dimensionen in Bezug zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler:innen. Dieser Umstand scheint insbesondere relevant, wenn sich weitere Untersuchungen in anderen Fachbereichen anschließen. Es ist davon auszugehen, dass beispielsweise in der Biologie andere Tätigkeiten wegfallen oder ergänzt werden als im vorliegenden Fall. Sofern jeder Fachbereich dabei neue Tätigkeiten aufnimmt und sie aufgrund unterschiedlicher Annahmen in die RIASEC+N Dimensionen einteilt, wird die Nutzbarkeit des RIASEC+N Modells für fachbereichsübergreifende Vergleiche zunehmend fraglich. Die Vergleichbarkeit wird außerdem dadurch gefährdet, dass die Dimensionen teilweise weiter unterteilt werden.<sup>98</sup> Wie

---

<sup>98</sup> So nimmt zum Beispiel Leiß (2019) eine Zweiteilung der *Networking* Dimension in *Networking Projects* und *Networking Scientific* vor.

---

das vorliegende Sterndiagramm zu den Tätigkeiten innerhalb der *Investigative Dimension* (s. Abschnitt 5.4.3) zeigt, könnte man auch hier inhaltlich begründet eine weitere Unterteilung in theorie- und experimentbasierte sowie professorenbezogene Tätigkeiten vornehmen. Eine solche zunehmende Zergliederung der Dimensionen kann allerdings, wie auch Stamer et al. (2020) bereits anmerken, nicht zielführend sein. Für einen Vergleich der Vorstellungen von Jugendlichen über den Arbeitsalltag in verschiedenen naturwissenschaftlichen Berufen sollten eher übergreifende und weniger spezifische Tätigkeiten in den Dimensionen eingesetzt werden, mit denen mehrere Berufe sinnvoll abgefragt werden können.

Bezüglich der untersuchten Stichproben lassen sich ebenfalls einige limitierende Faktoren ausmachen. Durch die relativ kleine Größe der Stichprobe ergibt sich in gewissem Maße eine Einschränkung der externen Validität und damit Generalisierbarkeit der Ergebnisse (Döring & Bortz, 2016, S. 104). Auch, da die Stichproben alle aus Schulen in Hessen gezogen wurden, bei denen NOS-Aspekte (und damit auch NOST-Aspekte) keinen expliziten Inhalt im Curriculum darstellen (Hessisches Kultusministerium, o. D.)<sup>99</sup>, lassen sich die Erkenntnisse nicht ohne weiteres auf andere Bundesländer übertragen, wenngleich auch hier ähnliche Ergebnisse erwartbar sind. Außerdem handelt es sich bei den Stichproben der Baseline und des Schülerlabors um Gelegenheitsstichproben. Eine Überprüfung der Erkenntnisse anhand einer größeren Stichprobe aus verschiedenen Gymnasien wäre somit für zukünftige Studien denkbar. Außerdem wäre ein Vergleich von Stichproben aus unterschiedlichen Schulformen interessant.

Des Weiteren kann durch die vorliegenden Studien nicht festgestellt werden, durch welchen konkreten Impuls während der außerschulischen Lernangebote die gefundenen Effekte ausgelöst wurden. So liefert beispielsweise der Besuch des Schülerlabors zahlreiche Möglichkeiten, mehr über den Arbeitsalltag in der Physik zu erfahren. Ob das 360° Serious Game, das Video zum Forschungsanlass, die Diskussion zu Beginn oder die Kombination der Angebote die Schüler:innen am stärksten beeinflusst, kann nicht beurteilt werden.<sup>100</sup> Hier müsste eine Kontrolle und der Vergleich spezieller Laborvariablen, wie beispielsweise bei Simon (2019) erfolgen, der den Einfluss des Betreuungspersonals auf den Lernerfolg in einem

---

<sup>99</sup> Bezüge zu NOS lassen sich hier ausschließlich in der fachübergreifenden Kompetenz der „Erkenntnisgewinnung“ und in dem Inhaltsfeld „Haus der Naturwissenschaften“ ausmachen.

<sup>100</sup> Das kann im Sinne des Design-Based-Research Ansatzes dieses Projektes allerdings auch nicht der Anspruch gewesen sein.

---

Schülerlabor untersucht. Vor allem bei längeren Angeboten wie der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ wären mehrere kurze Erhebungen direkt während der verschiedenen Phasen der Intervention in Form einer „Experience Sampling Method“ denkbar. Hiermit könnten die Eindrücke der Schüler:innen zu den Phasen des Angebots direkt während des Erlebens erhoben werden, was einen nachträglichen Vergleich ermöglicht. Hierdurch würde außerdem dem Problem begegnet werden, dass Teile des Angebots, die weiter zurückliegen, schlechter erinnert werden. Darüber hinaus steht eine isolierte Überprüfung der Wirksamkeit des Serious Games „Physics Life“ noch aus. Da es sich hierbei um ein niederschwelliges Angebot handelt, das ohne große personelle und infrastrukturelle Ressourcen eingesetzt werden kann, ist dessen Anwendbarkeit im regulären Physikunterricht nicht zu unterschätzen. Neben einer Untersuchung zur Wirksamkeit im Bezug zur Berufsorientierung und zu Stereotypen in der Physik wäre auch ein Vergleich mit anderen Medien interessant. So könnte man die von Stamer et al. (2020) erstellten Videos zum Arbeitsalltag in den Naturwissenschaften mit dem Serious Game vergleichen, um zu überprüfen, ob sich durch den stärkeren Immersionsgrad im Spiel größere Lerneffekte bezüglich der Berufskennntnis finden lassen. Einen weiteren spannenden Ansatz könnte die Öffnung der Projektwoche für stärker heterogene Gruppen (im Bezug zum Eingangsinteresse) darstellen. Zunächst könnte dadurch eine verbesserte Chancengerechtigkeit des Angebotes erreicht werden, da mehr Schüler:innen Zugang zum Angebot hätten. Außerdem besteht die Hoffnung, dass sich die positiven Effekte, die sich bereits durch einen eintägigen Besuch im Schülerlabor insbesondere bei den Mädchen und weniger interessierten Schüler:innen ergeben, durch das längere und intensivere Angebot noch verstärken lassen. Vergleichbare Angebote zu anderen Themen wären ebenso denkbar. Ergänzend ist durch die Rückmeldungen der Teilnehmenden zur Projektwoche anzumerken, dass vor allem der intensive Austausch mit den unterschiedlichen Physiker:innen des SFB 1245 besonders positiv wahrgenommen wurde. Die Erkenntnisse bisheriger Studien, dass gerade der Austausch mit „echten“ Wissenschaftler:innen als authentisch wahrgenommen wird, können also durch die vorliegende Studie bestätigt werden. Der direkte Austausch zwischen Schüler:innen und Wissenschaftler:innen sollte demnach aus Sicht des Verfassers dieser Arbeit möglichst oft und vielfältig ermöglicht und insbesondere bei der Gestaltung zukünftiger außerschulischer Lernorte bedacht werden.

Des Weiteren sorgt der Modus der Erhebung mit den entsprechenden Instrumenten für Limitationen. Da die Schüler:innen aufgefordert werden, die Tätigkeiten lediglich auf einer Skala von "nie" bis "sehr häufig" zu bewerten, können keine Aussagen über deren tatsächliche

---

Wahrnehmung des Arbeitsalltags von Physiker:innen gezogen werden. Da sie viele Tätigkeiten in der Mitte der Skala bewerten und gleichzeitig nur sehr wenige Tätigkeiten im Freitextfeld nennen, kann außerdem nicht festgestellt werden, ob die Schüler:innen beim Ausfüllen des Freitextfeldes lediglich zu bequem waren oder ob sie tatsächlich keine weiteren Tätigkeiten nennen konnten. Bei einigen der genannten Tätigkeiten im Freitextfeld ist es außerdem schwer zu sagen, ob sich die genannten Tätigkeiten tatsächlich auf Physiker:innen beziehen oder auf jemanden, von dem die Schüler:innen annehmen, dass er oder sie als Physiker:in arbeitet (z. B. die Lehrkraft oder ein Familienmitglied, das zwar einen Abschluss in Physik hat, aber bei einer Bank arbeitet). Außerdem ist zu bedenken, dass der Fragebogen hier möglicherweise unbewusst stereotype Antworten triggert, indem er die Schüler:innen auffordert, *eine:n Physiker:in* zu beschreiben. Ebenso lässt sich für Schüler:innen, die den Abschnitt zu den Tätigkeiten nur einmal ausgefüllt haben nicht feststellen, ob sie zum Beispiel die Tätigkeiten der experimentellen und theoretischen Physik nicht unterscheiden können oder ob sie ebenfalls nur kein zweites Mal den Abschnitt ausfüllen wollten. Die jeweiligen Antworten im Freitextfeld geben hier zwar Hinweise in die eine oder andere Richtung, lassen sich in Verbindung mit dem Ankreuzverhalten aber teilweise nicht eindeutig interpretieren. Um genauer verstehen zu können, ob in den Vorstellungen der Schüler:innen lediglich der Stereotyp oder ein breiteres Verständnis zu den Personen und Tätigkeiten in der Physik vorliegt, wären insbesondere vertiefende Interviews geeignet. So könnten begleitende Interviews zu einem Angebot wie der vorgestellten Projektwoche die Ausgangslage und die Entwicklung der entsprechenden Vorstellungen der Jugendlichen sowie deren Berufswahlintentionen zugänglicher machen.

---

## 13 Zusammenfassung und Fazit

---

Die vorliegende Arbeit lässt sich im Allgemeinen dem Gebiet der Nature of Science (NOS: Natur der Naturwissenschaften) und im Speziellen der noch relativ jungen Nature of Scientists (NOST) Forschung zuordnen. Hier wird immer wieder festgestellt, dass bei Schüler:innen stereotypische Vorstellungen zu Personen, Methoden und Tätigkeiten in den Naturwissenschaften vorliegen. Auch die Einstellungen (Image, Interesse, Berufswahlintention) der Jugendlichen zu den Naturwissenschaften und insbesondere auch zur Physik werden gemeinhin als verbesserungswürdig beschrieben (s. Kapitel 3). Die vorliegende Arbeit baut auf diesen Erkenntnissen der Berufswahl- und naturwissenschaftsdidaktischen Forschung auf und bezieht diese auf die Physik. Das übergeordnete Ziel (s. Kapitel 4) ist dementsprechend die Vermittlung eines realistischen Bildes vom Arbeitsalltag in der universitären, physikalischen Forschung. Die Zielgruppe sind Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe an Gymnasien.

Für die Klassifizierung der Tätigkeiten von Physiker:innen wird das RIASEC+N Model (Dierks, Höffler & Parchmann, 2014) verwendet, welches eine Weiterentwicklung eines Modells der Berufswahlforschung nach Holland (1997) darstellt. Hierbei werden naturwissenschaftliche Tätigkeiten je nach Merkmalen und Zweck einer der sieben Dimensionen *Realistic* (handwerklich), *Investigative* (forschend/kognitiv), *Artistic* (künstlerisch), *Social* (lehrend/unterstützend), *Enterprising* (unternehmerisch), *Conventional* (administrativ/wiederholend) und *Networking* (vernetzend) zugeteilt. Eine Zusammenstellung aller deutschen naturwissenschaftsdidaktischen Studien, die das RIASEC+N Model bereits eingesetzt haben, ergab diesbezüglich zweierlei wesentliche Forschungsdesiderate. Einerseits werden in den bisherigen Studien Tätigkeiten aufgrund unterschiedlicher Annahmen den Dimensionen zugeteilt. Die vorliegende Arbeit liefert dementsprechend hierfür erstmals eine ausführliche und zusammenführende Beschreibung der Charakteristika aller RIASEC+N Dimensionen im Bereich der Naturwissenschaften (s. Kapitel 3.2.2.1). Andererseits ergibt sich durch die gemeinsame Betrachtung aller Naturwissenschaften in den Studien in gewisser Weise ein blinder Fleck, wenn es um die konkreten Tätigkeiten der Physik und dabei insbesondere der theoretischen Physik und jenen von Professor:innen geht. Dementsprechend wurden in einer Vorstudie zunächst die Tätigkeiten von Physiker:innen des Sonderforschungsbereiches (SFB) 1245 der Kern- und Astrophysik mittels Interview- und Fragebogenstudie differenziert erfasst. Es konnte ein breites Tätigkeitspektrum mit 46 verschiedenen Tätigkeiten aufgedeckt werden.

---

Wie erwartet, wurden dabei einige Tätigkeiten aus den bisherigen naturwissenschaftsdidaktischen Studien ebenfalls unter Physiker:innen des SFB 1245 vorgefunden. Dennoch zeigt die Tatsache, dass 16 zusätzliche Tätigkeiten gefunden wurden, dass der Forschungsalltag in der Kern- und Astrophysik einige spezifische Besonderheiten bereithält und das Erhebungsinstrument stärker nach Tätigkeiten differenziert. Hier sind vor allem programmierintensive Tätigkeiten der theoretischen Physik in der *Investigative* zu nennen. Außerdem wurden wesentliche administrative Tätigkeiten in der *Conventional* Dimension ergänzt. Die theoretische und experimentelle Physik unterscheiden sich wie erwartet deutlich und dabei hauptsächlich in Bezug zu experimentellen (*Realistic*) oder programmierintensiven (*Investigative*) Tätigkeiten. In Bezug zu den Tätigkeitsprofilen der Statusgruppen zeigt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen (Post-)Doktorand:innen und Professor:innen, wobei sich letztere neben der Forschung durch einen starken Fokus auf Lehr- und Managementtätigkeiten (*Social* und *Enterprising*) auszeichnen. Die siebendimensionale Struktur des RIASEC+N Modells kann auch für die Physik bestätigt werden, da Tätigkeiten aus allen Dimensionen, wenn auch mit unterschiedlichen Quantitäten vertreten sind. Das im Zuge der Vorstudie entstandene korrespondierende Erhebungsinstrument stellt eine Weiterentwicklung bisheriger Instrumente aus der RIASEC+N-Forschungslinie dar und ist nun auch zur Beschreibung von Tätigkeitsprofilen in der Physik – speziell in der Kern- und Astrophysik – geeignet (s. Kapitel 5).

In der Baselinestudie (Kapitel 7) wurden Vorstellungen zum Arbeitsalltag in der Physik und korrespondierende affektive Merkmale von Schüler:innen der achten bis zehnten Jahrgangsstufe an Gymnasien untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Schüler:innen insgesamt mittel bis wenig an physikalischen Themen und dem Physikunterricht interessiert sind. Gleichzeitig schreiben sie der Physik als Unterrichtsfach ein neutrales und als Wissenschaft ein leicht positives Image zu. In allen Aspekten geben die Mädchen dabei niedrigere Werte an als die Jungen. Einigkeit zwischen den Geschlechtern hingegen herrscht bezüglich der Wichtigkeit von Physik als Wissenschaft und als Unterrichtsfach. Gleichzeitig wird die Physik als nicht übermäßig interessant eingeschätzt, womit das Statement „important but not for me“ von Jenkins und Nelson (2005) bestätigt werden konnte. Zu den Tätigkeiten von Physiker:innen wissen die befragten Schüler:innen nur wenig und fokussieren sich in ihren Beschreibungen stark auf experimentelle Tätigkeiten. Die Schüler:innen nutzen insgesamt häufiger pauschale Tätigkeiten wie „Forschen“ und beziehen ihre Aussagen gleichzeitig oftmals auf herausragende Individuen wie Albert Einstein. Die Baselinestudie bestätigt damit die Ergebnisse ähnlich

---

gelagerte Studien, wonach Schüler:innen wenige und dabei stark von Stereotypen geprägte Vorstellungen zum Arbeitsalltag in den Naturwissenschaften haben, konkretisiert die Erkenntnisse hinsichtlich der Schüler:innen-Vorstellungen zu Arbeitsweisen der Physik und zeigt insbesondere, dass die Tätigkeiten der theoretischen Physik hier noch stark unterrepräsentiert sind. Die Schüler:innen geben passend dazu an, im Mittel einem Beruf aus den Naturwissenschaften neutral gegenüberzustehen. Bei einem Beruf aus dem Bereich der Physik zeigt sich hingegen wieder der bezeichnete Gender-Gap, wonach die Mädchen hier eher eine ablehnende Haltung zeigen. Ein gesteigertes Interesse zeigen sie, aber auch die Jungen, nur an Tätigkeiten der *Social Dimension*.

Um das defizitäre und teils stereotypisch verzerrte Berufsbild zur Physik in Verbindung mit dem geringen Berufs- sowie Sach- und Fachinteresse der Schüler:innen gemeinsam adressieren zu können, wurden im vorliegenden Promotionsprojekt drei, nach Dauer gestaffelte außerschulische Lernangebote an der Technischen Universität Darmstadt entwickelt (Kapitel 8). Als Grundlage für alle drei Angebote dienten die gesammelten Erkenntnisse aus der Vorstudie, wobei als Gestaltungsmaxime festgelegt wurde, dass Tätigkeiten der experimentellen und theoretischen Physik aus allen RIASEC+N Dimensionen enthalten sein sollten. Durch konzeptionelle Anpassungen eines bestehenden Angebotes (Ungermann, 2022) konnte erstens das eintägige Schülerlabor „Physics Student Lab“, welches sich an ganze Schulklassen richtet, neu ausgerichtet werden. Als zweites Angebot wurde die viertägige universitäre Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“ initiiert, die sich gezielt an bereits an Physik interessierte Schüler:innen richtet. Das dritte Angebot stellt das 60- bis 90-minütige Serious Game „Physics Life“ dar, welches jeweils auch einen Teil der beiden anderen Angebote darstellt. Das Schülerlabor und die Projektwoche verfolgen beide die Ziele der realistischen Vermittlung des Forschungsalltages in der Physik sowie der Förderung von Interesse, einem positiven Image und der Berufswahlintentionen zur Physik und wurden dahingehend evaluiert.<sup>101</sup> Insbesondere auch die Nachhaltigkeit der Effekte stand im Fokus der Untersuchungen.

---

<sup>101</sup> Auch das Serious Game verfolgt das Ziel, ein realistisches Berufsbild zu vermitteln, wurde aber bisher nicht isoliert auf seine dahingehende Wirkung geprüft.

---

Die Interventionsstudie zum Schülerlabor „Physics Student Lab“ (Kapitel 10) zeigt, dass das Angebot in der Lage ist, den Schüler:innen erste Erfahrungen mit den Tätigkeiten und Abläufen der physikalischen Forschung zu ermöglichen. Es trägt dazu bei, Stereotype über Physiker:innen abzubauen beziehungsweise zu irritieren und vermittelt den Schüler:innen durch die Präsentation vielfältiger Tätigkeiten ein realistischeres Bild des Arbeitsalltages in der Physik. Die Äußerungen der Schüler:innen zu den Tätigkeiten von Physiker:innen werden dabei zwar im Vergleich zur Baseline nur minimal ausführlicher, dafür aber differenzierter und präziser. Es konnte außerdem gezeigt werden, dass das Schülerlabor bei Jungen und Mädchen gleichermaßen situatives Interesse hervorruft, was für einen geschlechtsunabhängigen, interesselördernden Charakter des Angebotes spricht. Nach dem Angebot sind die Schüler:innen an Tätigkeiten aus allen Dimensionen stärker interessiert, wobei auch hier noch jene aus der *Social* Dimension am besten bewertet werden. Die positiven Effekte sind dabei über acht Wochen relativ stabil.

Die Ergebnisse der Interventionsstudie zur Projektwoche (Kapitel 9) zeigen, dass die Teilnehmenden durch das Angebot einen vertieften Einblick in den Forschungsalltag der Physik erhalten. Sie können nach der Projektwoche teilweise die Tätigkeitsprofile von theoretischen und experimentellen Physiker:innen sowie von Professor:innen und (Post-)Doktorand:innen unterscheiden. Während sie vor dem Besuch trotz ihres hohen Interesses an Physik wenig (und damit vergleichbar mit der Baseline) über den Arbeitsalltag in der Forschung wissen, sind sie nach dem Besuch in der Lage das breite Tätigkeitsspektrum in der Physik differenziert und dabei deutlich ausführlicher und präziser zu beschreiben. Das Angebot trägt demnach maßgeblich dazu bei, Stereotype über das Berufsfeld der physikalischen Forschung abzubauen und durch eine fundierte Berufskennntnis zu ersetzen. Die Schüler:innen werden somit besser in die Lage versetzt, zukünftig gut begründete Entscheidungen bezüglich ihrer beruflichen Laufbahn in der Physik zu treffen. Das Angebot hat zudem nachhaltig positive Effekte auf das Interesse und das Image der Physik als Wissenschaft bei den Schüler:innen und kann daher deren positive Einstellungen zur Physik festigen und teilweise sogar noch verstärken. Auch hier zeigen die Schüler:innen nach dem Angebot ein gesteigertes Interesse an Tätigkeiten der *Social* und auch der *Networking* Dimension.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Projektwoche als auch das Schülerlabor positive Auswirkungen auf affektive Merkmale und die Berufskennntnis der Schüler:innen im Bereich der physikalischen Forschung haben. Beide Angebote haben ihre eigene Ausrichtung und sollten nicht als konkurrierend, sondern als komplementär, mit unterschiedlichen

---

Schwerpunkten betrachtet werden. Das Schülerlabor stellt ein Angebot zur Breitenförderung dar, welches bei den Schüler:innen die Weichen in Richtung mehr naturwissenschaftlichem Interesse stellen soll. Bei den Teilnehmenden der Projektwoche hingegen zeigt der Weg bereits in diese Richtung. Hier geht es vielmehr darum, die Weichen noch stärker in Richtung Physik zu stellen, womit das Angebot eher der Nachwuchs- oder Begabtenförderung zuzuordnen ist.

Insgesamt bleibt zu hoffen, dass durch Angebote, wie sie in der vorliegenden Arbeit vorgestellt wurden, positivere und vor allem klischeeärmere Ansichten zur Physik gefördert werden können. Da außerschulische Lernorte allerdings nur eine begrenzte Anzahl an Schüler:innen erreichen, sollte auch der Physikunterricht dabei in die Pflicht genommen werden, ein von negativen Stereotypen befreites Bild zu vermitteln. Da die Jungen und vor allem die Mädchen besonders an Tätigkeiten mit sozialen Komponenten (*Social* und *Networking*) interessiert sind, sollte gerade hierauf der Fokus gelegt werden. Phasen, in denen physikalische Inhalte gegenseitig erklärt werden, Mini-Forschungsprojekte und Schüler:innen-Konferenzen könnten hier die Interessen der Schüler:innen treffen und den Physikunterricht bereichern, indem sie den kooperativen Charakter der physikalischen Forschung hervorheben. Angebote entlang der gesamten Bildungskette stehen demnach in der Verantwortung ein positiveres und dabei stets möglichst realistisches Licht auf die Physik zu werfen. Dabei sollte es immer darum gehen, allen Schüler:innen zum einen im Sinne einer allgemeinbildenden Scientific Literacy zu ermöglichen, sich dauerhaft mit physikalischen Fragen beschäftigen zu können – und zu wollen – und zum anderen eine Berufs- oder Studienwahl basierend auf fundierten Kenntnissen und frei von negativen Stereotypen zu ermöglichen.

---

## 14 Danksagung

---

Am Ende dieser Arbeit sind mir einige persönliche Anmerkungen vergönnt, die ich gerne nutzen möchte, um den vielen Menschen zu danken, die mich bei diesem Promotionsprojekt unterstützt haben. Zunächst bedanke ich mich bei Professorin Dr. Verena Spatz für die Betreuung meiner Arbeit. Dank dir hatte ich die Möglichkeit den Weg einer Promotion einzuschlagen, der mir selbst noch während meines Studiums als unerreichbar erschien. Ich danke dir für deine kompetente und professionelle Unterstützung und Diskussionsbereitschaft sowie die Freiräume, die du mir bei der Umsetzung meiner Ideen immer wieder eingeräumt hast. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Professor Dr. Wilfried Nörtershäuser als mein Mentor im SFB 1245 für die Co-Betreuung meiner Arbeit. Dein fachphysikalischer Blick auf mein Projekt und deine konstruktive Kritik haben mich immer wieder mein Vorgehen hinterfragen und optimieren lassen. Darüber hinaus gilt mein Dank allen Personen, die bei der Erstellung und Durchführung der außerschulischen Lernangebote beteiligt waren. Ohne euch wäre eine Umsetzung in dem Maße nicht möglich gewesen. Besonders das Engagement der Arbeitsgruppen von Professor Dr. Jens Braun und Professor Dr. Wilfried Nörtershäuser sowie von Maximilian Spall und weiteren Doktorand:innen des SFB 1245 möchte ich hier hervorheben. Wie diese Arbeit zeigt, ist es auch gerade euer persönlicher Einsatz - der nicht selbstverständlich ist – der solche Angebote für die Schüler:innen besonders wertvoll und authentisch macht. Zusätzlich waren unzählige weitere Personen bei der Erstellung des 360° Serious Games vor und hinter der Kamera sowie bei der Betreuung der Projektwoche und des Schülerlabors beteiligt. Euch allen gilt mein aufrichtiger Dank. Natürlich danke ich auch den beteiligten Lehrkräften und allen Schüler:innen, die die Angebote besucht haben. Erst durch eure Teilnahme wurden meine Ideen und Konzepte mit Leben gefüllt und konnten an der Realität gemessen werden. Es hat mir immer größte Freude bereitet. Auch für das fleißige Ausfüllen der Fragebögen danke ich euch. Des Weiteren danke ich meinen Kolleg:innen Malte, Kevin, Robin, Lea, Benedikt und Thomas. Durch euch gab es immer ein offenes Ohr, um Freude, Ernüchterung, Verwunderung und vieles mehr zu teilen. Eure Unterstützung und die vielen lustigen und schönen Momente, ob auf Tagungen oder im Büro, werde ich nicht vergessen. Ich danke Nadja für die Rückendeckung in schwierigen Zeiten und nicht zuletzt meiner Familie und meinen Freunden für die hin und wieder notwendige Ablenkung.

Für die Projektunterstützung danke ich abschließend dem Sonderforschungsbereich 1245: Supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) – Project-ID 279384907 – SFB 1245.

---

## Abkürzungsverzeichnis

---

BA.....	<i>Bundesagentur für Arbeit</i>
DAST.....	<i>Draw a Scientist Test</i>
DFG.....	<i>Deutsche Forschungsgemeinschaft</i>
EFT .....	<i>effektive Feldtheorien</i>
FSK .....	<i>Fähigkeitsselbstkonzept</i>
IJSO .....	<i>International Junior Science Olympiad</i>
IW.....	<i>Institut der deutschen Wirtschaft</i>
MINT.....	<i>Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik</i>
NOS .....	<i>Nature of Science</i>
NoSi.....	<i>Nature of Scientific Inquiry</i>
NOSist / NoSt.....	<i>Nature of Scientists</i>
PE-Fit .....	<i>Person-Environment-Fit</i>
ROSE.....	<i>Relevance of Science Education</i>
SFB 1245.....	<i>Sonderforschungsbereich 1245</i>
SGIC.....	<i>Self-Generated-Identification-Code</i>
Sgt. ....	<i>Segment</i>
VR.....	<i>Virtual Reality</i>

---

## Abbildungsverzeichnis

---

ABB. 1: DISZIPLINEN, DIE ZUM VERSTÄNDNIS VON NOS BEITRAGEN (MCCOMAS & OLSON, 1998, S. 50). .....	- 12 -
ABB. 2: VERÄNDERUNG DES FACHINTERESSES FÜR VERSCHIEDENE SCHULFÄCHER IM VERLAUF DER SCHULJAHRE. <i>LINKS</i> : FACHINTERESSE STEIRISCHER HAUPTSCHÜLER:INNEN (AUS MERZYN, 2008, S. 22, IN BEZUG ZU GUNACKER & LEX 1999), <i>RECHTS</i> : ANTEIL DER SCHÜLER:INNEN MIT (SEHR) HOHEM FACHINTERESSE (AUS MERZYN, 2008, S. 21, IN BEZUG ZU HOFFMANN & LEHRKE 1985) . .....	- 36 -
ABB. 3. VERGLEICH DER UNTERSCHIEDLICHEN EINTEILUNGEN VON TÄTIGKEITEN (BLANKENBURG ET AL., 2016, S. 371). .....	- 39 -
ABB. 4: INNERE UND ÄUßERE EINFLUSSFAKTOREN IM BERUFSWAHLPROZESS (FRANK, 2014, S. 33). .....	- 42 -
ABB. 5: ZEITLICHER ABLAUF DER UNTERSCHIEDLICHEN TEILSTUDIEN IM VORLIEGENDEN PROMOTIONSPROJEKT. ....	- 55 -
ABB. 6: ABLAUF EINER INHALTLICH STRUKTURIERENDEN QUALITATIVEN INHALTSANALYSE NACH KUCKARTZ UND RÄDIKER (2022, S. 132). .....	- 61 -
ABB. 7: BOXPLOT-DIAGRAMME FÜR EXPERIMENTELLE (LINKS/ROT) UND THEORETISCHE (RECHTS/BLAU) PHYSIKER:INNEN. AUFGETRAGEN IST DIE SELBSTWAHRGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER AUSFÜHRUNG DER TÄTIGKEITEN INNERHALB DER RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG).....	- 79 -
ABB. 8: TÄTIGKEITSPROFILE (IN FORM VON BOXPLOTS MIT MITTELWERTEN) VON EXPERIMENTELLEN PHYSIKER:INNEN IM SFB1245 (LINKS: PROFESSOR:INNEN, MITTE: POST-DOKTORAND:INNEN, RECHTS: DOKTORAND:INNEN) AUFGETRAGEN ÜBER DIE RIASEC+N-DIMENSIONEN (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG).....	- 80 -
ABB. 9: TÄTIGKEITSPROFILE (IN FORM VON BOXPLOTS MIT MITTELWERTEN) VON THEORETISCHEN PHYSIKER:INNEN IM SFB1245 (LINKS: PROFESSOR:INNEN, MITTE: POST-DOKTORAND:INNEN, RECHTS: DOKTORAND:INNEN) AUFGETRAGEN ÜBER DIE RIASEC+N-DIMENSIONEN (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG).....	- 80 -
ABB. 10: MITTELWERTE (HÄUFIGKEIT DER AUSFÜHRUNG) FÜR DOKTORAND:INNEN UND PROFESSOR:INNEN DER EXPERIMENTELLEN UND THEORETISCHEN PHYSIK IN DER <i>INVESTIGATIVE</i> DIMENSION AUF EINZELITEMEBENE (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG). -	- 82 -
ABB. 11: MITTELWERTE (HÄUFIGKEIT DER AUSFÜHRUNG) FÜR DOKTORAND:INNEN UND PROFESSOR:INNEN DER EXPERIMENTELLEN UND THEORETISCHEN PHYSIK IN DER <i>CONVENTIONAL</i> DIMENSION AUF EINZELITEMEBENE (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG).-	- 83 -
ABB. 12: MITTELWERTE (HÄUFIGKEIT DER AUSFÜHRUNG) FÜR DOKTORAND:INNEN (DUNKEL) UND PROFESSOR:INNEN (HELL) DER EXPERIMENTELLEN (ROT) UND THEORETISCHEN PHYSIK (BLAU) IN DER <i>ARTISTIC</i> (LINKS) UND <i>ENTERPRISING</i> (RECHTS) DIMENSION AUF EINZELITEMEBENE (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG). .....	- 83 -
ABB. 13: MITTELWERTE (HÄUFIGKEIT DER AUSFÜHRUNG) FÜR DOKTORAND:INNEN (DUNKEL) UND PROFESSOR:INNEN (HELL) DER EXPERIMENTELLEN (ROT) UND THEORETISCHEN PHYSIK (BLAU) IN DER <i>NETWORKING</i> (LINKS) UND <i>REALISTIC</i> (RECHTS) DIMENSION AUF EINZELITEMEBENE (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG). .....	- 84 -
ABB. 14: MITTELWERTE (HÄUFIGKEIT DER AUSFÜHRUNG) FÜR DOKTORAND:INNEN (DUNKEL) UND PROFESSOR:INNEN (HELL) DER EXPERIMENTELLEN (ROT) UND THEORETISCHEN PHYSIK (BLAU) IN DER <i>SOCIAL</i> DIMENSION AUF EINZELITEMEBENE (VON 0: NIE BIS 4: SEHR HÄUFIG).....	- 84 -
ABB. 15: MITTELWERTE FÜR DAS IMAGE DER PHYSIK ALS WISSENSCHAFT (VON UNTEN: <i>IPW1</i> BIS OBEN: <i>IPW7</i> ) AUFGETRAGEN FÜR MÄDCHEN (KREIS) UND JUNGEN (DREIECK). .....	- 107 -

Abb. 16: MITTELWERTE FÜR DAS IMAGE DER PHYSIK ALS UNTERRICHTSFACH (VON UNTEN: <i>IPU1</i> BIS OBEN: <i>IPU7</i> ) AUFGETRAGEN FÜR MÄDCHEN (KREIS) UND JUNGEN (DREIECK). .....	- 107 -
Abb. 17: BOXPLOTS ZU DEN VORSTELLUNGEN DER SCHÜLER:INNEN DER ACHTEN BIS ZEHNTEN JAHRGANGSSTUFE ZU DEN TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN IN DER PHYSIK, AUFGETRAGEN NACH DEN RIASEC+N DIMENSIONEN SOWIE DEN DISTRAKTOREN (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). .....	- 109 -
Abb. 18: VERGLEICH DER ANTWORTEN VON SCHÜLERINNEN DER BASELINE STUDIE (RECHTS) MIT DEN ANTWORTEN VON (POST-) DOKTORAND:INNEN (MITTE) UND PROFESSOR:INNEN (LINKS) DER EXPERIMENTELLEN PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). .....	- 111 -
Abb. 19: VERGLEICH DER ANTWORTEN VON SCHÜLERINNEN DER BASELINE STUDIE (RECHTS) MIT DEN ANTWORTEN VON (POST-) DOKTORAND:INNEN (MITTE) UND PROFESSOR:INNEN (LINKS) DER THEORETISCHEN PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). .....	- 111 -
Abb. 20: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DAS BERUFSINTERESSE DER SCHÜLERINNEN (KREIS) UND SCHÜLER (DREIECK) AN TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN IN DEN RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). .....	- 115 -
Abb. 21: FORSCHUNGSABLAUFPLAN PHYSICS STUDENT LAB. ....	- 133 -
Abb. 22: SITUATIVES INTERESSE VON SCHÜLER:INNEN IM POST- (LINKS) UND FOLLOW-UP-TEST (RECHTS) DER PROJEKTWOCHE (VON 1: „STIMMT NICHT“ BIS 5: „STIMMT VÖLLIG“). .....	- 145 -
Abb. 23: MITTELWERTE ZU DEN ITEMS IN DER SKALA IMAGE DER PHYSIK ALS WISSENSCHAFT FÜR JUNGEN (DREIECK) UND MÄDCHEN (KREIS) IM PRÄTEST DER PROJEKTWOCHE. ....	- 146 -
Abb. 24: MITTELWERTE ZU DEN ITEMS IN DER SKALA IMAGE DER PHYSIK ALS UNTERRICHTSFACH FÜR JUNGEN (DREIECK) UND MÄDCHEN (KREIS) IM PRÄTEST DER PROJEKTWOCHE. ....	- 147 -
Abb. 25: MITTELWERTE ZU DEN ITEMS DER SKALA "IMAGE DER PHYSIK ALS UNTERRICHTSFACH" IM PRÄ- (QUADRAT), POST- (DREIECK) UND FOLLOW-UP-TEST (KREIS). .....	- 148 -
Abb. 26: MITTELWERTE ZU DEN ITEMS DER SKALA "IMAGE DER PHYSIK ALS WISSENSCHAFT" IM PRÄ- (QUADRAT), POST- (DREIECK) UND FOLLOW-UP-TEST (KREIS). .....	- 148 -
Abb. 27: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DIE SUBJEKTIVE BERUFSKENNTNIS (BKX3: VON 1: "WENIG" BIS 5: "VIEL") DER SCHÜLER:INNEN ZU DEN DREI MESSZEITPUNKTEN DER PROJEKTWOCHE. SIGNIFIKANTE UNTERSCHIEDE SIND MIT DER EFFEKTSTÄRKE UND DEM SIGNIFIKANZNIVEAU GEKENNZEICHNET. ....	- 149 -
Abb. 28: BOXPLOT-DIAGRAMME FÜR DIE VORSTELLUNGEN VON SCHÜLER:INNEN ZU TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN AUS DER PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). ES SIND NUR DIE PERSONEN DARGESTELLT, DIE KEINE BESONDERE SPEZIFIKATION IM FREITEXTELFELD VORNEHMEN (LINKS: PW_PRE N=96, MITTE: PW_POST N=69, RECHTS: PW_FU N=19). .....	- 150 -
Abb. 29: WAHRGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER TÄTIGKEITEN IN DER EXPERIMENTELLEN PHYSIK IN DEN VERSCHIEDENEN RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN VON SCHÜLER:INNEN DER PROJEKTWOCHE IM POST- (QUADRAT: N=14) UND FOLLOW-UP-TEST (KREIS: N=5, JEWEILS MIT SPEZIFIKATION „EXPERIMENTELL“), (POST-)DOKTORAND:INNEN (STERN: N=16) SOWIE PROFESSOR:INNEN (PLUS: N=5) (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). .....	- 152 -

- Abb. 30: MITTELWERTE ZU DEN TÄTIGKEITEN INNERHALB DER *INVESTIGATIVE* DIMENSION VON SCHÜLER:INNEN AUS DEM POSTTEST DER PROJEKTWOCHE, DIE EINEN FORSCHENDEN DER EXPERIMENTALPHYSIK BESCHREIBEN UND DEN EXPERIMENTELLEN (POST-)DOKTORAND:INNEN DES SFB 1245 (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). ..... - 153 -
- Abb. 31: WAHRGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER TÄTIGKEITEN IN DER THEORETISCHEN PHYSIK IN DEN VERSCHIEDENEN RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN VON SCHÜLER:INNEN DER PROJEKTWOCHE IM POST- (QUADRAT: N=14) UND FOLLOW-UP-TEST (KREIS: N=3, JEWEILS MIT SPEZIFIKATION „THEORETISCH“), (POST-)DOKTORAND:INNEN (STERN: N=25) SOWIE PROFESSOR:INNEN (PLUS: N=6) (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). ..... - 154 -
- Abb. 32: WAHRGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER TÄTIGKEITEN VON PHYSIKPROFESSOR:INNEN IN DEN VERSCHIEDENEN RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN VON SCHÜLER:INNEN DER PROJEKTWOCHE IM POSTTEST (KREIS: N=11 MIT SPEZIFIKATION „PROFESSOR:IN“) SOWIE PROFESSOR:INNEN DER THEORETISCHEN (STERN: N=6) UND EXPERIMENTELLEN PHYSIK (PLUS: N=5) (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“). ..... - 155 -
- Abb. 33: RELATIVER ANTEIL AN SCHÜLER:INNEN DES PRÄ-, POST- UND FOLLOW-UP-TESTS DER PROJEKTWOCHE, DIE EINE ENTSPRECHENDE ANZAHL AN TÄTIGKEITEN IM FREITEXTFELD GENANNT HABEN. DIE VERTIKALE ACHSE IST IM OBEREN BEREICH NICHT KONTINUIERLICH DARGESTELLT..... - 156 -
- Abb. 34: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DAS INTERESSE DER SCHÜLER:INNEN IM PRÄ- (KREIS), POST- (DREIECK) UND FOLLOW-UP-TEST (QUADRAT) DER PROJEKTWOCHE ZU DEN TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN IN DER PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 161 -
- Abb. 35: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DAS INTERESSE VON JUNGEN (DREIECK) UND MÄDCHEN (KREIS) IM PRÄTEST DER PROJEKTWOCHE ZU DEN TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN IN DER PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 162 -
- Abb. 36: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DAS INTERESSE VON JUNGEN (DREIECK) UND MÄDCHEN (KREIS) IM POSTTEST DER PROJEKTWOCHE ZU DEN TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN IN DER PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 162 -
- Abb. 37: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DAS INTERESSE VON JUNGEN (DREIECK) UND MÄDCHEN (KREIS) IM FOLLOW-UP-TEST DER PROJEKTWOCHE ZU DEN TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN IN DER PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 162 -
- Abb. 38: MITTELWERTE  $\pm$  SD FÜR DIE SELBST WAHRGENOMMENE BERUFSKENNTNIS (*BKX3* VON 1: „WENIG“ BIS 5: „VIEL“) FÜR DIE BASELINE SOWIE DIE SCHÜLERLABORGRUPPE IM POST- UND FOLLOW-UP-TEST. SIGNIFIKANTE UNTERSCHIEDE SIND GEKENNZEICHNET MIT EFFEKTSTÄRKE UND KORR. SIGNIFIKANZNIVEAU. .... - 174 -
- Abb. 39: BOXPLOT DIAGRAMME FÜR DIE VORSTELLUNGEN VON SCHÜLER:INNEN ZU TÄTIGKEITEN VON FORSCHENDEN AUS DER PHYSIK ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“ (LINKS: BASELINE, MITTE: SL\_POST, RECHTS: SL\_FU). ..... - 175 -
- Abb. 40: VERGLEICH DER MITTELWERTE FÜR DIE WAHRGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER TÄTIGKEITEN INNERHALB DER RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN ZWISCHEN DEN TEILGRUPPEN: PROFESSOR:INNEN (PLUS), (POST)-DOKTORAND:INNEN (STERN) DER EXPERIMENTELLEN PHYSIK, SL\_POST (KREIS) UND SL\_FU (QUADRAT) (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“).- 177 -

---

Abb. 41: VERGLEICH DER MITTELWERTE FÜR DIE WAHRGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER TÄTIGKEITEN INNERHALB DER RIASEC+N DIMENSIONEN UND DISTRAKTOREN ZWISCHEN DEN TEILGRUPPEN: PROFESSOR:INNEN (PLUS), (POST)-DOKTORAND:INNEN (STERN) DER THEORETISCHEN PHYSIK, SL\_POST (KREIS) UND SL\_FU (QUADRAT) (VON 0: „NIE“ BIS 4: „SEHR HÄUFIG“)... - 177 -

Abb. 42: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG FÜR DAS INTERESSE DER SCHÜLER (DREIECK) UND SCHÜLERINNEN (KREIS) AUS DEM POSTTEST DES SCHÜLERLABORS AN BERUFLICHEN TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 182 -

Abb. 43: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG FÜR DAS INTERESSE DER SCHÜLER (DREIECK) UND SCHÜLERINNEN (KREIS) AUS DEM FOLLOW-UP-TEST DES SCHÜLERLABORS AN BERUFLICHEN TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 182 -

Abb. 44: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG FÜR DAS INTERESSE DER SCHÜLER:INNEN AUS DEM POST- (DREIECK) UND FOLLOW-UP-TEST (QUADRAT) DES SCHÜLERLABORS SOWIE DER BASELINE (KREIS) AN BERUFLICHEN TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN (VON 0: „STIMMT NICHT“ BIS 4: „STIMMT VÖLLIG“). ..... - 183 -

---

## Tabellenverzeichnis

---

TABELLE 1: ÜBERSICHT ÜBER DIE MERKMALE DER VERSCHIEDENEN RIASEC+N DIMENSIONEN.....	- 21 -
TABELLE 2: AUFLISTUNG AUSGEWÄHLTER NATURWISSENSCHAFTSDIDAKTISCHER STUDIEN UND DEREN VERWENDUNGSZWECK DES RIASEC+N MODELLS. ....	- 21 -
TABELLE 3 KATEGORISIERUNG VON WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATIVEN LERNANGEBOTEN (NACH HOFF, 2020, S. 19). ....	- 48 -
TABELLE 4 KATEGORIEN VON SCHÜLERLABOREN (LERNORT LABOR, 2024; TABELLARISCHE AUFLISTUNG IN TILLMANN & WEGNER, 2021, S. 8). ....	- 48 -
TABELLE 5. VERTEILUNG DER INTERVIEWPARTNER:INNEN AUF DIE STATUSGRUPPEN UND DIE FACHDISZIPLINEN.....	- 60 -
TABELLE 6. MAÑE DER INTERCODER-ÜBEREINSTIMMUNG IN DER VORSTUDIE.....	- 67 -
TABELLE 7: FINALES KATEGORIENSYSTEM ZU TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN IM SONDERFORSCHUNGSBEREICH 1245 MIT VORLÄUFIGER ZUTEILUNG VON TÄTIGKEITEN (SUBKATEGORIEN) ZU RIASEC+N DIMENSIONEN (HAUPTKATEGORIEN) SOWIE GGFS. LITERATURVERWEISE (UNTER DER TABELLE) ZUM VORKOMMEN IN VORHERIGEN STUDIEN. ....	- 68 -
TABELLE 8: TEILNEHMENDE DER FRAGEBOGENSTUDIE (Q) AUFGETEILT NACH STATUSGRUPPEN IN RELATION ZU ALLEN MITGLIEDERN DES SFB1245 (TOTAL) JEWEILS FÜR DIE THEORETISCHE UND EXPERIMENTELLE PHYSIK (ZUM ZEITPUNKT DER ERHEBUNG IM FRÜHJAHR 2022) (TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT, 2024). ....	- 77 -
TABELLE 9: ERGEBNISSE DES MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR UNTERSCHIEDLICHE TÄTIGKEITEN INNERHALB DER RIASEC+N DIMENSIONEN FÜR EXPERIMENTELLE UND THEORETISCHE PHYSIKER:INNEN IM SFB 1245 (R: EFFEKTSTÄRKE, Z-STATISTIK UND KORRIGIERTE P-WERTE). ....	- 79 -
TABELLE 10: ERGEBNISSE DES MANN-WHITNEY-U-TEST FÜR UNTERSCHIEDLICHE TÄTIGKEITEN INNERHALB DER RIASEC+N DIMENSIONEN FÜR PROFESSOR:INNEN, POST-DOKTORAND:INNEN UND DOKTORAND:INNEN DER EXPERIMENTELLEN UND THEORETISCHEN PHYSIK IM SFB 1245 (R: EFFEKTSTÄRKE, Z-STATISTIK UND KORRIGIERTE P-WERTE). ....	- 81 -
TABELLE 11: ÜBERBLICK ÜBER DIE ERHOBENEN KONSTRUKTE IN DEN UNTERSCHIEDLICHEN FRAGEBÖGEN.....	- 88 -
TABELLE 12: ITEMANALYSE ZUR SKALA SACHINTERESSE AN PHYSIK (FÜNFSTUFIG LIKERT 1 BIS 5, N=156) $\alpha = 0.86$ .....	- 98 -
TABELLE 13: ITEMANALYSE ZUR SKALA FACHINTERESSE AN PHYSIK (FÜNFSTUFIG LIKERT 1 BIS 5, N=156) $A=0.73$ .....	- 98 -
TABELLE 14: ITEMANALYSE ZUR SKALA SITUATIVES EMOTIONALES INTERESSE (FÜNFSTUFIG LIKERT 1 BIS 5, N=94) $A=0.81$ . ....	- 99 -
TABELLE 15: ITEMANALYSE ZUR SKALA SITUATIVES WERTBEZOGENES INTERESSE (FÜNFSTUFIG LIKERT 1 BIS 5, N=94) $A=0.66$ . .	- 100 -
TABELLE 16: ITEMANALYSE ZUR SKALA SITUATIVES EPISTEMISCHES INTERESSE (FÜNFSTUFIG LIKERT 1 BIS 5, N=94) $A=0.74$ . ....	- 100 -
TABELLE 17: ITEMANALYSE ZUR SKALA IMAGE DER PHYSIK ALS UNTERRICHTSFACH (FÜNFSTUFIG 1 BIS 5, N=156) $A=0.82$ . ....	- 101 -
TABELLE 18: ITEMANALYSE ZUR SKALA IMAGE DER PHYSIK ALS WISSENSCHAFT (FÜNFSTUFIG 1 BIS 5, N=156) $A=0.88$ . ....	- 101 -
TABELLE 19: ITEMANALYSE ZUR SKALA BERUFSWAHLINTENTION PHYSIK (FÜNFSTUFIG 1 BIS 5, N=156) $A=0.79$ . ITEMS BO3 BIS BO6 SIND INVERTIERT. ....	- 102 -
TABELLE 20: ITEMANALYSE ZUR SKALA DER WAHRGENOMMENEN AUTHENTIZITÄT (FÜNFSTUFIG LIKERT 1 BIS 5, N=94) $A=0.66$ . -	- 102 -
TABELLE 21: STICHPROBE DER BASELINESTUDIE.....	- 105 -

TABELLE 22: MITTELWERTE UND STANDARTABWEICHUNGEN ZUM SACH-, FACHINTERESSE UND ZUR FACHBELIEBTHEIT IN PHYSIK FÜR DIE SUBGRUPPEN MÄNNLICH UND WEIBLICH SOWIE JAHRGÄNGE ACHT, NEUN UND ZEHN DER BASELINE (VON 1: „STIMME NICHT ZU“ BIS 5: „STIMME VÖLLIG ZU“).	- 106 -
TABELLE 23: MANN-WHITNEY-U TEST-STATISTIK ZUM VERGLEICH VON JUNGEN UND MÄDCHEN IN BEZUG ZUM FACH-, SACHINTERESSE UND ZUR FACHBELIEBTHEIT DER PHYSIK (KORRIGIERTE P-WERTE, METHODE: BONFERRONI-HOLM).	- 106 -
TABELLE 24: ERGEBNISSE DER MANN-WHITNEY-U-TEST ZUR ÜBERPRÜFUNG VON UNTERSCHIEDEN VON MÄDCHEN UND JUNGEN HINSICHTLICH DEREN EINSCHÄTZUNG ZUM IMAGE DER PHYSIK (R: EFFEKTSTÄRKE, Z-STATISTIK UND P: SIGNIFIKANZNIVEAU).	- 108 -
TABELLE 25: MITTELWERTE UND STANDARTABWEICHUNGEN ZUR SELBSTEINSCHÄTZUNG DER SCHÜLER:INNEN (GETRENNT NACH JAHRGANG UND GESCHLECHT) BEZÜGLICH DER EIGENEN KENNTNIS ZU TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN (VON 1: WENIG“ BIS 5: „VIEL“).	- 108 -
TABELLE 26: RELATIVE HÄUFIGKEIT DER „ICH WEIß ES NICHT“-ANTWORTEN VON SCHÜLER:INNEN DER ACHTEN BIS ZEHNTEN JAHRGANGSTUFE IN DEN RIASEC+N DIMENSIONEN.	- 110 -
TABELLE 27: ANZAHL AN SCHÜLER:INNEN DER BASELINE, DIE EINE ENTSPRECHENDE ANZAHL AN TÄTIGKEITEN VON PHYSIKER:INNEN IN DEM FREITEXTFELD ERWÄHNT HABEN.	- 112 -
TABELLE 28: ANZAHL AN VON SCHÜLER:INNEN GENANNTE TÄTIGKEITEN, DIE EINER RIASEC+N DIMENSION ZUGEORDNET WERDEN KONNTEN.	- 113 -
TABELLE 29: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DIE ITEMS <i>BO3-BO6</i> IN DER SKALA ZUR BERUFSWAHLINTENTION FÜR JUNGEN UND MÄDCHEN DER BASELINE (INVERSE ITEMS (*) BEREITS UMGEPOLT, DAHER BEI 1: VÖLLIGE ABLEHNUNG UND 5: VÖLLIGE ZUSTIMMUNG).	- 114 -
TABELLE 30: GROBER ABLAUFPLAN DER PROJEKTWOCHE „YOUNG PHYSICISTS @ TU DARMSTADT“.	- 127 -
TABELLE 31: VERTEILUNGEN UND MITTELWERTE FÜR DIE STICHPROBEN DER PROJEKTWOCHE (GESCHLECHT, ALTER IN JAHREN, DIE LETZTE SCHULNOTE IN PHYSIK SOWIE DIE VERTEILUNG AUF DIE JAHRGÄNGE).	- 143 -
TABELLE 32: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNG FÜR ALLE DREI MESSZEITPUNKTE DER PROJEKTWOCHE FÜR DAS INDIVIDUELLE INTERESSE SOWIE DIE BELIEBTHEIT DES SCHULFACHES PHYSIK (VON 1: „STIMMT NICHT“ BIS 5: „STIMMT VÖLLIG“).	- 144 -
TABELLE 33: VERGLEICH DER MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN IM SITUATIVEN INTERESSE DER JUNGEN UND MÄDCHEN IM POST- UND FOLLOW-UP-TEST DER PROJEKTWOCHE (VON 1: „STIMMT NICHT“ BIS 5: „STIMMT VÖLLIG“).	- 146 -
TABELLE 34: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN ZUM IMAGE DER PHYSIK ALS WISSENSCHAFT UND ALS UNTERRICHTSFACH FÜR JUNGEN UND MÄDCHEN IM PRÄ-, POST- UND FOLLOW-UP-TEST DER PROJEKTWOCHE (ZWISCHEN 1 UND 5, JE GRÖßER DESTO POSITIVER).	- 147 -
TABELLE 35: EFFEKTSTÄRKE, Z-STATISTIK UND KORRIGIERTE P-WERTE DER MANN-WHITNEY-U-TEST ZUR ÜBERPRÜFUNG VON UNTERSCHIEDEN VON DEN STICHPROBEN AUS DEM PRÄ- POST- UND FOLLOW-UP-TEST DER PROJEKTWOCHE (JEWEILS NUR FÜR SCHÜLER:INNEN, DIE KEINE SPEZIFIKATION VORNEHMEN) HINSICHTLICH DEREN EINSCHÄTZUNG ZUM TÄTIGKEITSSPEKTRUM VON PHYSIKER:INNEN.	- 151 -

---

TABELLE 36: RELATIVER ANTEIL AN "ICH WEIß ES NICHT"-ANTWORTEN DER SCHÜLER:INNEN ZU ALLEN DREI MESSZEITPUNKTEN DER PROJEKTWOCHE ÜBER DIE RIASEC+N DIMENSIONEN SOWIE DIE DISTRAKTOREN. ....	- 151 -
TABELLE 37: SUMME DER TÄTIGKEITEN IN DEN FREITEXTANTWORTEN, DIE SICH EINER DER RIASEC+N DIMENSIONEN ZUTEILEN LASSEN FÜR DIE DREI MESSZEITPUNKTE DER PROJEKTWOCHE (STICHPROBENGRÖßE IN KLAMMERN). ....	- 158 -
TABELLE 38: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN ZUR BERUFSWAHLINTENTION FÜR DIE JUNGEN UND MÄDCHEN DES PRÄ-, POST- UND FOLLOW-UP-TESTS DER PROJEKTWOCHE (INVERSE ITEMS (*) BEREITS UMGEPOLT, DAHER BEI 1: VÖLLIGE ABLEHNUNG UND 5: VÖLLIGE ZUSTIMMUNG).....	- 160 -
TABELLE 39: BESCHREIBUNG DER STICHPROBE ZUR INTERVENTIONSSTUDIE IM SCHÜLERLABOR. ....	- 172 -
TABELLE 40: MITTELWERTE UND STANDARTABWEICHUNGEN ZUM SACH-, FACHINTERESSE UND ZUR FACHBELIEBTHEIT IN PHYSIK FÜR DIE SUBGRUPPEN MÄNNLICH UND WEIBLICH IM POST-(SL_POST) UND FOLLOW-UP-TEST (SL_FU) DES SCHÜLERLABORS (VON 1: „STIMMT NICHT“ BIS 5: „STIMMT VÖLLIG“).....	- 172 -
TABELLE 41: SITUATIVES INTERESSE IN DER EMOTIONALEN, EPISTEMISCHEN UND WERTBEZOGENEN KOMPONENTE FÜR JUNGEN UND MÄDCHEN IM POST- (SL_POST) UND FOLLOW-UP-TEST (SL_FU) DES SCHÜLERLABORS (VON 1: „STIMMT NICHT“ BIS 5: „STIMMT VÖLLIG“).....	- 173 -
TABELLE 42: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN FÜR DAS IMAGE DER PHYSIK ALS WISSENSCHAFT UND ALS UNTERRICHTSFACH FÜR DIE BASELINE SOWIE DIE SCHÜLERLABORGRUPPE DIREKT, UND ACHT WOCHEN NACH DEM BESUCH..	173 -
TABELLE 43: EFFEKTSTÄRKE, Z-STATISTIK UND KORRIGIERTE P-WERTE DER MANN-WHITNEY-U-TEST ZUR ÜBERPRÜFUNG VON UNTERSCHIEDEN VON BASELINE UND SL_POST/SL_FU HINSICHTLICH DEREN EINSCHÄTZUNG ZUM TÄTIGKEITSSPEKTRUM VON PHYSIKER:INNEN.....	- 176 -
TABELLE 44: RELATIVE ANZAHL DER "ICH WEIß ES NICHT"-ANTWORTEN IN DEN RIASEC+N DIMENSIONEN SOWIE DISTRAKTOREN FÜR DIE SCHÜLER:INNEN DIREKT UND ACHT WOCHEN NACH DEM SCHÜLERLABOR. ....	- 176 -
TABELLE 45: RELATIVE UND ABSOLUTE ANZAHL AN SCHÜLER:INNEN AUS DEM POST- UND FOLLOW-UP-TEST DES SCHÜLERLABORS UND DER BASELINE, DIE EINE ENTSPRECHENDE ANZAHL AN TÄTIGKEITEN IM FREITEXTFELD GENANNT HABEN. ....	- 179 -
TABELLE 46: SUMME DER GENANNTEN TÄTIGKEITEN, DIE SICH EINER ENTSPRECHENDEN RIASEC+N DIMENSION ZUTEILEN LASSEN. ....	180 -
TABELLE 47: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN ZUR BERUFSWAHLINTENTION FÜR DIE BASELINE SOWIE DIE STICHPROBE DES SCHÜLERLABORS IM POST- UND FOLLOW-UP-TEST (INVERSE ITEMS* BEREITS UMGEPOLT, DAHER BEI 1: VÖLLIGE ABLEHNUNG UND 5: VÖLLIGE ZUSTIMMUNG).....	- 181 -
TABELLE 48: ERGEBNISSE DER MANN-WHITNEY-U-TEST ZUR ÜBERPRÜFUNG VON UNTERSCHIEDEN IM BERUFSINTERESSE DER SCHÜLERLABOR- UND BASELINESTICHPROBE (KORRIGIERTE P-WERTE).....	- 183 -

---

## 15 Literaturverzeichnis

---

- Abel, J. (2002). Kurswahl aus Interesse? Wahlmotive in der gymnasialen Oberstufe und Studienwahl. *Die deutsche Schule: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis*, 94(2), 192–203.
- Abt, C. C. (1987). *Serious Games* (Repr. d. Ausg. New York, 1970). Univ. Press of America.
- Anger, C., Betz, J., Geis-Thöne, W. & Plünnecke, A. (2023). *MINT-Herbstreport 2023: Mehr MINT-Lehrkräfte gewinnen, Herausforderungen der Zukunft meistern*. Gutachten für BDA, Gesamtmetall und MINT Zukunft schaffen. Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.
- Anger, C., Betz, J., Kohlisch, E. & Plünnecke, A. (2022). *MINT-Herbstreport 2022: MINT sichert Zukunft*.
- Anker-Hansen, J. & Andréé, M. (2019). In Pursuit of Authenticity in Science Education. *Nordic Studies in Science Education*, 15(1), 54–66. <https://doi.org/10.5617/nordina.4723>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2010). “Doing” Science Versus “Being” a Scientist: Examining 10/11-Year-Old Schoolchildren’s Constructions of Science Through the Lens of Identity. *Science Education*, 94(4), 617–639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Armstrong, P. I., Day, S. X., McVay, J. P. & Rounds, J. (2008). Holland's RIASEC model as an integrative framework for individual differences. *Journal of Counseling Psychology*, 55(1), 1–18. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.55.1.1>
- Audette, L. M., Hammond, M. S. & Rochester, N. K. (2020). Methodological Issues With Coding Participants in Anonymous Psychological Longitudinal Studies. *Educational and Psychological Measurement*, 80(1), 163–185. <https://doi.org/10.1177/0013164419843576>
- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2005). Characterizing children’s spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 803–826. <https://doi.org/10.1080/09500690500038389>
- Barmby, P., Kind, P. M. & Jones, K. (2008). Examining Changing Attitudes in Secondary School Science. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075–1093. <https://doi.org/10.1080/09500690701344966>
- Becker, J., Holten, R., Knackstedt, R. & Niehaves, B. (2003). *Forschungsmethodische Positionierung in der Wirtschaftsinformatik epistemologische, ontologische und linguistische Leitfragen: Arbeitsbericht Nr.93*. Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Münster. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:6-93559595753>

- 
- Beinke, L. (1997). Berufsorientierung auch für Gymnasiasten. *Arbeit und Technik in der Schule*, 8(9), 308–312.
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A. & Lederman, N. G. (2003). Just do it? impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487–509. <https://doi.org/10.1002/tea.10086>
- Bergmann, C. & Eder, F. (1992). *Allgemeiner Interessen-Struktur-Test, Umwelt-Struktur-Test: AIST/UST ; Manual. Beltz-Test*. Beltz.
- Betz, A. (2018). Der Einfluss der Lernumgebung auf die (wahrgenommene) Authentizität der linguistischen Wissenschaftsvermittlung und das Situationale Interesse von Lernenden. *Unterrichtswissenschaft*, 46(3), 261–278. <https://doi.org/10.1007/s42010-018-0021-0>
- Bion, R. (2024). *ggradar: Create radar charts using ggplot2* (Version R package 0.2) [Computer software]. <https://github.com/ricardo-bion/ggradar>
- Blankenburg, J. S. (2015). *Modellbasierte Entwicklung und Evaluation eines naturwissenschaftlichen Projekttages zur Heranführung an Schülerwettbewerbe* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Blankenburg, J. S., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2016). Fostering Today What is Needed Tomorrow: Investigating Students' Interest in Science. *Science education*, 100(2), 364–391. <https://doi.org/10.1002/sce.21204>
- Blankenburg, J. S. & Scheersoi, A. (2018). Interesse und Interessenentwicklung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 245–259). Springer Berlin Heidelberg.
- Bodzin, A. & Gehringer, M. (2001). Breaking Science Stereotypes. *Science and Children*, 38(4), 36–41.
- Bogner, A. & Menz, W. (2002). Das theoriegenerierende Experteninterview. In A. Bogner, B. Littig & W. Menz (Hrsg.), *Das Experteninterview* (S. 33–70). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-322-93270-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-322-93270-9_2)
- Bortz, J. & Schuster, C. (2016). *Statistik: für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Springer.
- Boylan, C. R., Hill, D., Wallace, A. R. & Wheeler, A. (1992). Beyond Stereotypes. *Science Education*, 76(5), 465–476.
- Brandt, A. (2005). *Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors* (1. Aufl.). Cuvillier Verlag.

- 
- Brandt, H. & Moosbrugger, H [H.]. (2020). Planungsaspekte und Konstruktionsphasen von Tests und Fragebogen. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 41–64). Springer Berlin Heidelberg.
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41, 687–699.
- Budke, M. (2019). *Entwicklung und Evaluation des Projektes GreenLab\_OS: Empirische Studie zu Effekten von stationären und mobilen Schülerlaborangeboten* [Dissertation]. Universität Osnabrück, Osnabrück.
- Bundesagentur für Arbeit. (2021). *Klassifikation der Berufe 2010 - überarbeitete Fassung 2020; Band 2: Definitiver und beschreibender Teil*.
- Bundesagentur für Arbeit. (2024). *BERUFENET: Berufe mit Naturwissenschaften*. <https://web.arbeitsagentur.de/berufenet/ergebnisseite/mint-berufe?mint=naturwissenschaft&page=0&berufsgruppen=401>
- Carlone, H. B. (2004). The Cultural Production of Science in Reform-based Physics: Girls' Access, Participation, and Resistance. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 392–414.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255–265.
- Checa, D. & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9-10), 5501–5527. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>
- 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>
- Chittaro, L. & Buttussi, F. (2015). Assessing Knowledge Retention of an Immersive Serious Game vs. a Traditional Education Method in Aviation Safety. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 21(4), 529–538. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2015.2391853>
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T. & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games.

- 
- Computers & Education*, 59(2), 661–686.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Costa, A. L. & Kallick, B. (1993). Through the lens of a critical friend. *Educational Leadership*, 51(2), 49–51.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Csikszentmihalyi, M. (1975). Play and Intrinsic Rewards. *Journal of Humanistic Psychology*, 15(3), 41–63. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/002216787501500306>
- danielszabo88. (2020). *building a physics engine [Computer software]*.  
<https://github.com/danielszabo88/mocorgo?tab=MIT-1-ov-file#readme>
- Deloitte. (2014). *European Commission DG Research and Innovation: Researchers' Report 2014*.
- Demary, V., Matthes, J., Plünnecke, A. & Schaefer, T. (2021). *Gleichzeitig: wie vier Disruptionen die deutsche Wirtschaft verändern: Herausforderungen und Lösungen. IW-Studien*. Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH. <https://www.iwkoeln.de/studien/wie-vier-disruptionen-die-deutsche-wirtschaft-veraendern-herausforderungen-und-loesungen.html> <https://doi.org/246089>
- Demtröder, W. (2017). *Experimentalphysik 4: Kern-, Teilchen- und Astrophysik* (5. Aufl. 2017). *Springer-Lehrbuch*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52884-6>
- Deutsch, R. & Roth, J. (2023). Soziale Kognition. In J. Ullrich, W. Stroebe & M. Hewstone (Hrsg.), *Lehrbuch. Sozialpsychologie* (7. vollständig überarbeitete Auflage, S. 111–146). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-65297-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-65297-8_4)
- DeWitt, J., Archer, L. & Osborne, J. (2013). Nerdy, Brainy and Normal: Children's and Parents' Constructions of Those Who Are Highly Engaged with Science. *Research in Science Education*, 43, 1455–1476. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9315-0>
- DFG. (2024). *GEPRIS Geförderte Projekte der DFG: SFB 1245 Atomkerne Von fundamentalen Wechselwirkungen zu Struktur und Sternen*. Deutsche Forschungsgemeinschaft. <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/279384907?context=projekt&task=showDetail&id=279384907&>
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., Blankenburg, J. S., Peters, H. & Parchmann, I. (2016). Interest in science: a RIASEC-based analysis of students' interests. *International Journal of Science Education*, 38(2), 238–258. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1138337>

- 
- Dierks, P. O., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2014). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 97–114. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.895712>
- Dierks, P. O., Retzbach, J., Höfler, T., Köneker, C. & Parchmann, I. (2014). Naturwissenschaften lernt man nicht nur in der Schule! Interessen von Jugendlichen an Beiträgen in Wissenschaftsmagazinen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 67(4), 215–221.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P. & Rampnoux, O. (2011). Origins of Serious Games. In M. Ma, A. Oikonomou & L. C. Jain (Hrsg.), *Serious Games and Edutainment Applications* (S. 25–43). Springer-Verlag London Limited. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_3)
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dresing, T. & Pehl, T. (2018). *Praxisbuch Transkription: Regelsysteme, Software und praktische Anleitungen für qualitative ForscherInnen* (8. Aufl.). dr. dresing & pehl GmbH.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Open University Press.
- Düchs, G. & Runge, E. (2023). Studium in der Verlängerung: Statistiken zum Physikstudium in Deutschland 2023. *Physik Journal*, 22(8/9), 33–39.
- Eckardt, L., Körber, S., Becht, E. J., Plath, A., Al Falah, S. & Robra-Bissantz, S. (2017). Führen Serious Games zu Lernerfolg? – Ein Vergleich zum Frontalunterricht. In S. Strahinger & C. Leyh (Hrsg.), *Gamification und Serious Games*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Einstein, A. (1960). On the Method of Theoretical Physics: The Herbert Spencer lecture, delivered at Oxford, June 10, 1933. Published in *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querida Verlag, 1934. In *Ideas and Opinions by Albert Einstein* (5. Aufl., S. 270–276). Crown Publishers, Inc.
- Elster, D. (2009). Naturwissenschaftlicher Unterricht und Beruf. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 62(1), 4–10.
- Elster, D. (2010). *Zum Interesse Jugendlicher an den Naturwissenschaften - Ergebnisse der ROSE Erhebung aus Deutschland und Österreich* (1. Aufl.). Shaker Verlag GmbH. <https://doi.org/10.2370/OND000000000091>

- 
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Engeln, K. & Euler, M. (2004). Forschen statt Pauken: Aktives Lernen im Schülerlabor. *Physik Journal*, 3(11), 45–48.
- Enriquez, A. (2010). Improving The Participation And Retention Of Minority Students In Science And Engineering Through Summer Enrichment Programs. In *Annual Conference & Exposition Proceedings*. ASEE Conferences. <https://doi.org/10.18260/1-2--15657>
- Ertl, D. (2010). The Nature of Science: Das Wesen /die Natur der Naturwissenschaften. *PLUS LUCIS*, 1(2), 5–7.
- Euler, M. & Schüttler, T. (2020). Schülerlabore. In E. Kircher, R. Girwidz & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik | Methoden und Inhalte* (4. Aufl., S. 127–166). Springer Berlin Heidelberg.
- Falissard, B. (2022). *psy: Various Procedures Used in Psychometrics* (Version R package 1.2) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=psy>
- Falk, J. H., Price, C. A. & Pattison, S. (2018). *Investigating the Cascading, Long Term Effects of Informal Science Education Experiences Report*. Institute for Learning Innovation.
- Finson, K. D. (2002). Drawing a Scientist: What We Do and Do Not Know After Fifty Years of Drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7), 335–345. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18217.x>
- Finson, K. D., Beaver, J. B. & Cramond, B. L. (1995). Development and Field Test of a Checklist for the Draw-A-Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(4).
- Fittkau, K.-H. (2021). *Statistik mit „R“ für Nicht-Mathematiker: Praktische Tipps für die quantitativ-empirische Bachelor-, Master- und Doktorarbeit. essentials*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33647-9>
- Fouad, N. A. (2007). Work and vocational psychology: theory, research, and applications. *Annual review of psychology*, 58, 543–564. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085713>
- Frank, C. (2014). *Arbeitswelt als Kontext: Empirische Grundlagen der Gestaltung berufsorientierender Lehr- und Lernprozesse für Naturwissenschaft und Technik* [Dissertation]. Technische Universität Dresden, Dresden.

- 
- Freericks, R., Brinkmann, D. & Wulf, D. (2017). *Didaktische Modelle für außerschulische Lernorte*. Institut für Freizeitwissenschaft und Kulturarbeit e.V. an der Hochschule Bremen.
- Fritz, C. O., Morris, P. E. & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology. General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Fux, S. J. (2005). *Persönlichkeit und Berufstätigkeit: Theorie und Instrumente von John Holland im deutschsprachigen Raum, unter Adaptation und Weiterentwicklung von Self-directed Search (SDS) und Position Classification Inventory (PCI)*. Dissertation. Cuvillier Verlag.
- Gibson, H. L. & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693–705. <https://doi.org/10.1002/sce.10039>
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen* [Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-25644>
- Guderian, P. (2006). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik* [Dissertation]. Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.
- Guderian, P. & Priemer, B. (2008). Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche: eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 7(2), 27–36.
- Gunacker, E. & Lex, E. (1999). Einstellung der Schüler zur Physik/Chemie und zum Physik/Chemieunterricht. *Chemie und Schule*, 14(1), 1–5.
- Gürbüz, S., Adıgüzel, A., Özcan, V. E., Kırpıcı, S. M. & Yılmaz, A. (2019). Experimental High Energy Physics Summer School For High Schools. *Canadian Journal of Physics*, 97(11), 1229–1234. <https://doi.org/10.1139/cjp-2018-0823>
- Haab, A., Burde, J.-P. & Schwarzer, S. (2024). Authentische Einblicke in Studium & Forschung mit MINT-Studienbotschafter/innen. In H. van Vorst (Vorsitz), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung*. Symposium im Rahmen der Tagung von Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Hamburg.
- Habig, S., Blankenburg, J. S., van Vorst, H., Fechner, S., Parchmann, I. & Sumfleth, E. (2018). Context characteristics and their effects on students' situational interest in chemistry.

- 
- International Journal of Science Education*, 40(10), 1154–1175.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470349>
- Hagenkötter, R., Nachtigall, V., Rolka, K. & Rummel, N. (2021). „Meistens sind Forscher älter, meist tragen die eine Brille“ – Schülervorstellungen über Wissenschaftler\*innen. *Unterrichtswissenschaft*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00110-1>
- Hannover, B. & Kessels, U. (2002). Challenge the science-stereotype. Der Einfluss von Technik-Freizeitkursen auf das Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern. *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*, *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft*. <https://doi.org/10.25656/01:3955>
- Härpfer, J. & Neuhauser, P. (2022). *Anpassung des spezifischen Berufsaggregats MINT-Berufe*. Bundesagentur für Arbeit.
- Hasni, A. & Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 337–366.
- Hatzinikita, V., Bonoti, F. & Christidou, V. (2009). Teachers' pictorial representations of the scientist. In A. Selkirk & M. Tichenor (Hrsg.), *Teacher Education: Policy, Practice and Research* (S. 233–249). Nova Science Publishers.
- Haupt, O. J., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. & Hempelmann, R. (2013). Schülerlabor - Begriffsschärfung und Kategorisierung. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 66(6), 324–330.
- Heine, A. (2018). *Was ist theoretische Physik? Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*. Zugl.: Dresden, Univ., Diss., 2018. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 255*. Logos Verlag Berlin.
- Heine, A. & Pospiech, G. (2015). Wissenschaftstheoretische Vorstellungen über die Theoretische Physik. *Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Heine, C., Egel, J., Kerst, C., Müller, E. & Park, S. M. (2006). *Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen: Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). <https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation0602.pdf>

- 
- Helfferrich, C. (2022). Leitfaden- und Experteninterviews. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, S. 875–892). Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_55)
- Herzog, W., Neuenschwander, M. P. & Wannack, E. (2006). *Berufswahlprozess: Wie sich Jugendliche auf ihren Beruf vorbereiten*. Haupt Verlag.
- Hessisches Kultusministerium. (o. D.). *Bildungsstandards und Inhaltsfelder: Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe 1 - Gymnasium - Physik*.
- Hill, D. & Wheeler, A. (1991). Towards a Clearer Understanding of Students' Ideas about Science and Technology: an exploratory study. *Research in Science & Technological Education*, 9(2), 127–137.
- Hochberg, K. & Kuhn, J. (2020). What do scientists do? Increasing Awareness of social and networking aspects in everyday activities of scientists. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.25321/PRISE.2019.849> (Progress in Science Education (PriSE), Vol. 2 No. 1 (2019)).
- Hoff, E. von. (2020). *Entwicklung und Evaluation von Konzepten und Formaten zum Wissenstransfer von der Forschung in die Schule und Öffentlichkeit: am Beispiel des SFB 803 [Dissertation]*. Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen.
- Höffler, T. N., Köhler, C. & Parchmann, I. (2019). Scientists of the future: an analysis of talented students' interests. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0184-1>
- Hoffmann, L., Häussler, P. & Lehrke, M. (1998). *IPN-Interessenstudie Physik*. IPN.
- Hoffmann, L. & Lehrke, M. (1985). *Eine Zusammenstellung erster Ergebnisse aus der Querschnitterhebung 1984 über die Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr*. IPN Kiel.
- Höft, L. (2020). *Die Entwicklung des Interesses an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten: Quer- und längsschnittliche Analysen zu Verlauf und Einflussfaktoren der Interessenentwicklung im Chemieunterricht der Sekundarstufen I und II [Dissertation]*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Hohmann, S. (2019). *Die Entwicklung der Sterne [Dissertation, Universität Siegen, Siegen]*. K10plus.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.

- 
- Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3. ed.). Psychological Assessment Resources.
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.
- Hothorn, T., Hornik, K., van de Wiel, M. A. & Zeileis, A. (2006). A Lego System for Conditional Inference. *The American Statistician*, 60(3), 257–263.  
<https://doi.org/10.1198/000313006X118430>
- Höttecke, D. (2001). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen: Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*. Zugl.: Oldenburg, Univ., Diss., 2000. *Studien zum Physiklernen: Bd. 16*. Logos-Verlag.
- Höttecke, D. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 271–288). Springer Berlin Heidelberg.
- Höttecke, D. & Rieß, F. (2007). Rekonstruktion der Vorstellungen von Physikstudierenden über die Natur der Naturwissenschaften - eine explorative Studie. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 6(1), 1–14.
- Höttecke, D. & Schecker, H. (2021). Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science (NOS). In T. Wilhelm, H. Schecker & M. Hopf (Hrsg.), *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht* (S. 401–433). Springer Berlin Heidelberg.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-63053-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-63053-2_13)
- Huber, R. A. & Burton, G. M. (2010). What Do Students Think Scientists Look Like? *School Science and Mathematics*, 95(7), 371–376.
- Itzek-Greulich, H. (2014). *Einbindung des Lernorts Schülerlabor in den naturwissenschaftlichen Unterricht: Empirische Untersuchung zu kognitiven und motivationalen Wirkungen eines naturwissenschaftlichen Lehr-Lernarrangements* [Dissertation]. Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen. <https://doi.org/10.15496/publikation-1979>
- Jacob, A. & Teuteberg, F. (2017). Game-Based Learning, Serious Games, Business Games und Gamification – Lernförderliche Anwendungsszenarien, gewonnene Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen. In S. Strahinger & C. Leyh (Hrsg.), *Gamification und Serious Games* (S. 97–112). Springer Fachmedien Wiesbaden.

- 
- Jacobson, J. (2017). Authenticity in Immersive Design for Education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang & J. Richards (Hrsg.), *Smart computing and intelligence. Virtual, augmented, and mixed realities in education*. Springer.
- Jansen, M., Schroeders, U. & Stanat, P. (2013). Motivationale Schülermerkmale in Mathematik und den Naturwissenschaften. In Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T., Pöhlmann, C. (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 348–365). Waxmann.
- Jenkins, E. W. & Nelson, N. W. (2005). Important but not for me: students' attitudes towards secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 41–57. <https://doi.org/10.1080/02635140500068435>
- Kalender, Z. Y., Marshman, E., Schunn, C. D., Nokes-Malach, T. J. & Singh, C. (2019). Why female science, technology, engineering, and mathematics majors do not identify with physics: They do not think others see them that way. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020148>
- Kelly, L. B. (2018). Draw a Scientist: Uncovering students' thinking about science and scientists. *Science and Children*, 56(4), 86–90.
- Kerres, M., Bormann, M. & Vervenne, M. (2009). Didaktische Konzeption von Serious Games: Zur Verknüpfung von Spiel- und Lernangeboten. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*(Einzelbeiträge), 1–16. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2009.08.25.X>
- Kessels, U. & Hannover, B. (2004). Entwicklung schulischer Interessen als Identitätsregulation. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 398–412). Waxmann.
- Kessels, U., Hannover, B., Rau, M. & Schirner, S. (2002). Ist die Physik reif für eine Image-Kampagne? *Physik Journal*, 11(1).
- Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology*, 76, 761–780. <https://doi.org/10.1348/000709905x59961>
- Kitchen, J. A., Sonnert, G. & Sadler, P. M. (2018). The impact of college- and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 102(3), 529–547. <https://doi.org/10.1002/sc.21332>

- 
- Kleining, G. (1969). Image. In W. Bernsdorf (Hrsg.), *Wörterbuch der Soziologie* (S. 444–447). Enke Verlag.
- Knox, K. L., Moynihan, J. A. & Markowitz, D. G. (2003). Evaluation of Short-Term Impact of a High School Summer Science Program on Students' Perceived Knowledge and Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 12(4), 471–478. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000006306.97336.c5>
- Koppel, O. & Schröter, L. (2010). Wo arbeiten Physiker? Eine Studie im Auftrag der DPG gibt Auskunft über Arbeitsmarktentwicklung und Berufsfelder. *Physik Journal*, 9(3), 27–32.
- Kracke, B. (2004). Berufsbezogenen Entwicklungsregulation im Jugendalter. In B. S. Wiese (Hrsg.), *Individuelle Steuerung beruflicher Entwicklung: Kernkompetenzen in der modernen Arbeitswelt* (S. 35–60). Campus Verlag.
- Kracke, B. (2006). Was tun nach dem Abi? Die schulische Vorbereitung auf die Studien- und Berufswahl aus der Sicht von GymnasiastInnen in der Sekundarstufe II. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, 1(4), 533–549. <https://doi.org/10.25656/01:1003>
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38(5), 747–770.
- 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., Hidi, S. & Renninger, A. (1992). Interest, Learning and Development. In K. A. Renninger, S. Hidi, A. Krapp & A. Renninger (Hrsg.), *The Role of interest in Learning and Development* (S. 17–40). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315807430>
- 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>
- Kree, R. (2023). *Was geht mich die Physik an? Physikalisch denken in Gesellschaft, Politik und Management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-67934-0>
- Kressdorf, F., Rabe, T. & Winkler, A. (2022). *MINT-Bildungswege in der Perspektive junger Frauen: Wissenschaftliche Begleitstudie zum Projekt helpING*. Logos Verlag Berlin GmbH.
- Krey, O. (2012). *Zur Rolle der Mathematik in der Physik : Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender* [Dissertation]. Universität Potsdam. <https://publishup.uni-potsdam.de/frontdoor/index/index/docId/5748>

- 
- Kriegel, M. & Spatz, V. (2022). Vorstellungen von Schüler\_innen zur Tätigkeit von Forschenden in der Physik. In Grötzebauch, H. & Heinicke S. (Vorsitz), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur virtuellen DPG-Frühjahrstagung 2022*.
- Kriegel, M. & Spatz, V. (2023a). Schülerexperimente zu Themen der Kern- und Astrophysik im SFB 1245. In H. van Vorst (Vorsitz), *49. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*, Aachen.
- Kriegel, M. & Spatz, V. (2023b). *Students' perception of physicists' work: Paper presented: ESERA 2023 Conference: Connecting Science Education with Cultural Heritage*. Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Nevşehir.
- Kriegel, M. & Spatz, V. (2024a). Authentische Vermittlung des Forschungsalltages in der Physik. In H. van Vorst (Vorsitz), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung*. Symposium im Rahmen der Tagung von Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Hamburg.
- Kriegel, M. & Spatz, V. (2024b). Development of a RIASEC-based model to analyse students' perceptions of the work of nuclear- and astrophysicists. *Journal of Physics: Conference Series*, 2750, Artikel 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2750/1/012034>
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden* (5. Auflage). *Grundlagentexte Methoden*. Beltz Juventa. [http://www.content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783779955337](http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783779955337)
- Laherto, A., Tirre, F., Parchmann, I., Kampschulte, L. & Schwarzer, S. (2018). Scientists' perceptions on the nature of nanoscience and its public communication. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(1), 43–57. <https://doi.org/10.33225/pec/18.76.43>
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Latour, B. & Woolgar, S. (1986). *Laboratory Life: The Constructioun of Scientific Facts* (2. Aufl.). Princeton University Press.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2012). Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second International Handbook of Science Education* (S. 335–359). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_24)
- Leiner, D. J. (2019a). *SoSci Survey* (Version 3.2.45) [Computer software]. <https://www.soscsurvey.de>

- 
- Leiner, D. J. (2019b). Too Fast, too Straight, too Weird: Non-Reactive Indicators for Meaningless Data in Internet Surveys. *Survey Research Methods*, 13(3), 229–248. <https://doi.org/10.18148/SRM/2019.V13I3.7403>
- Leiß, F. (2019). *Untersuchung von Schülervorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern und deren Beeinflussung durch ein Schülerlabor* [Dissertation, RWTH Aachen]. DataCite.
- Leiß, F., Detemple, R. & Heinke, H. (2015). Schülervorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern. In Grötzebauch, H. & Heinicke S. (Hrsg.), *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2015* (S. 195–201).
- Leiß, F., Detemple, R. & Heinke, H. (2016). Der Arbeitsalltag von naturwissenschaftlerInnen aus Schülersicht. In K. Weltner (Vorsitz), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016*. Symposium im Rahmen der Tagung von Universität Regensburg, Zürich.
- Lernort Labor. (2024). *Schülerlabor-Atlas*. <https://www.schuelerlabor-atlas.de/>
- Lyons, T. & Quinn, F. (2010). *Choosing Science: Understanding the declines in senior high school science enrolments*. National Centre of Science, ICT and Mathematics Education for Rural and Regional Australia (SiMERR Australia), University of New England.
- Makransky, G. & Mayer, R. E. (2022). Benefits of Taking a Virtual Field Trip in Immersive Virtual Reality: Evidence for the Immersion Principle in Multimedia Learning. *Educational psychology review*, 34(3), 1771–1798. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09675-4>
- Martinez, E., Lindline, J., Petronis, M. S. & Pilotti, M. (2012). Effectiveness of a Science Agricultural Summer Experience (SASE) in Recruiting Students to Natural Resources Management. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 713–721. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9359-3>
- Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (6. überarbeitete Auflage). Pädagogik. Beltz.
- McComas, W. F. (1998). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (S. 53–70). Kluwer Academics Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in*

- 
- Science Education: Rationales and Strategies* (S. 3–39). Kluwer Academics Publishers.  
[https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5\\_1](https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_1)
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (S. 41–52). Kluwer Academics Publishers.
- Mead, M. & Métraux, R. (1957). Image of the Scientist among High-School Students: A Pilot Study. *Science*, 126(3270), 384–390. <https://doi.org/10.1126/science.126.3270.384>
- Merton, R. K. (1948). The Self-Fulfilling Prophecy. *The Antioch Review*, 8(2), 193–210. <https://doi.org/10.2307/4609267>
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen*. Schneider-Verl. Hohengehren.
- Mey, G. & Mruck, K. (2020). Qualitative Interviews. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 1–21). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Meyer, H. (2003). *Unterrichtsmethoden: II: Praxisband* (10. Auflage). Cornelsen.
- Meyling, H. (1990). *Wissenschaftstheorie im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe: Das wissenschaftstheoretische Schülervorverständnis und der Versuch seiner Veränderung durch expliziten wissenschaftstheoretischen Unterricht* [Dissertation]. Universität Bremen, Bremen.
- Militschenko, I. (2015). *Interessensgeleitete Entwicklung, Erprobung und Evaluation von Modellen zu geo- und umweltphysikalischen Themen im Schülerlabor der Universität Siegen* [Dissertation]. Universität Siegen, Siegen.
- Miller, P. H., Slawinski Blessing, J. & Schwartz, S. (2006). Gender Differences in High-school Students' Views about Science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 363–381. <https://doi.org/10.1080/09500690500277664>
- Mohan, A. & Kelly, G. J. (2020). Nature of Science and Nature of Scientists: Implications for University Education in the Natural Sciences. *Science & Education*, 29(5), 1097–1116. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00158-y>
- Müller, M. (2015). *Handyspektrometer für den Unterrichtseinsatz* [Zulassungsarbeit]. Universität Augsburg. <https://www.ipp.mpg.de/handyspektrometer>
- Nakazawa, M. (2024). *fmsb: Functions for Medical Statistics Book with some Demographic Data* (Version R package 0.7.6) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=fmsb>

- 
- Neumann, I. (2011). *Beyond physics content knowledge: Modeling competence regarding nature of scientific inquiry and nature of scientific knowledge*. Zugl.: Duisburg, Essen, Univ., Diss., 2011. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 117*. Logos-Verl.
- Nörtershäuser, W. (2018). Schnelle Ionen im Laserlicht: Die Laserspektroskopie exotischer Atomkerne liefert wichtige Beiträge zum Verständnis der Kernstruktur. *Physik Journal*, 17(5), 33–39.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, (revised edition). OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- OpenAI. (2024). *Chat GPT (Version GPT-4)* [Computer software]. <https://www.openai.com>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “Ideas-about-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Palomba, R. (2017a). How to undo stereotypes about scientists and science. In A. Tintori & R. Palomba (Hrsg.), *Turn on the light on science: A research-based guide to break down popular stereotypes about science and scientists* (S. 19–49). Ubiquity Press.
- Palomba, R. (2017b). Introduction. Light: a project, a format, a method, an event. In A. Tintori & R. Palomba (Hrsg.), *Turn on the light on science: A research-based guide to break down popular stereotypes about science and scientists* (vii–xvi.). Ubiquity Press.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Sage.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Pea, R. D. (1994). Seeing What We Build Together: Distributed Multimedia Learning Environments for Transformative Communications. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 285–299. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls0303\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0303_4)
- Posit team. (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R* [Computer software]. Posit Software, PBC. <https://posit.co/>
- Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32(2), 163–173.

- 
- Priemer, B., Menzl, C., Hagos, F., Musold, W. & Schulz, J. (2018). Das situationale epistemische Interesse an physikalischen Themen von Mädchen und Jungen nach dem Besuch eines Schülerlabors. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 279–285. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0073-z>
- Quita, I. N. (2003). What Is a Scientist? Perspectives of Teachers of Color. *Multicultural Education*, 11(1), 29–31.
- R Core Team. (2022). *R: A Language for Statistical Computing* (Version 4.1.3) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rädiker, S. & Kuckartz, U. (2019). *Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22095-2>
- Reilly, D., Neumann, D. L. & Andrews, G. (2022). Gender Differences in Self-Estimated Intelligence: Exploring the Male Hubris, Female Humility Problem. *Frontiers in psychology*, 13, 812483. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.812483>
- Reinisch, B., Krell, M., Hergert, S., Gogolin, S. & Krüger, D. (2017). Methodical challenges concerning the Draw-A-Scientist Test: a critical view about the assessment and evaluation of learners' conceptions of scientists. *International Journal of Science Education*, 39(14), 1952–1975. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1362712>
- Revelle, W. (2024). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research* (Version R package 2.4.3) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=psych>
- Salto, L. M., Riggs, M. L., Delgado De Leon, D., Casiano, C. A. & Leon, M. de (2014). Underrepresented minority high school and college students report STEM-pipeline sustaining gains after participating in the Loma Linda University Summer Health Disparities Research Program. *PloS one*, 9(9), e108497. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108497>
- Schönborn, A., Kremer, M. & Götz, T. (2012). Von Einstellungen und Haltungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 65(5), 309–314.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities. Based on ROSE (The Relevance of Science Education), a comparative study of 15 year old students' perceptions of science and science education* [Dissertation]. University of Oslo, Oslo.

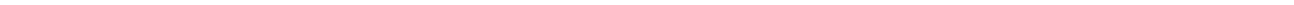
- 
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE: Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education*. University of Oslo, Faculty of Education, Department of Teacher and School Development.
- Schriebl, D., Müller, A. & Robin, N. (2023). Modelling Authenticity in Science Education. *Science & Education*, 32(4), 1021–1048. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00355-x>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Teacher Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- S'cool LAB CERN. (o. D.). *Scattering Experiment*. CERN. <https://scoollab.web.cern.ch/scattering-experiment>
- Sedlmeier, P. & Renkewitz, F. (2013). *Forschungsmethoden und Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (2. aktualisierte und erweiterte Auflage). *Always learning*. Pearson.
- Setterlund, M. B. & Niedenthal, P. M. (1993). "Who Am I? Why Am I Here?": Self-Esteem, Self-Clarity, and Prototype Matching. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(4), 769–780. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.4.769>
- SFB 1245. (2021). *SFB 1245 Code of Conduct*. Technische Universität Darmstadt.
- Siarova, H., Sternadel, D. & Szónyi, E. (2019). *Research for CULT Committee – Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge*. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- Simon, F. (2019). *Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen: Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen* [Dissertation]. Technische Universität Dresden, Dresden. <https://doi.org/10.30819/5036>
- Sjøberg, S. (1988). Gender and the Image of Science. *Journal of Educational Research*, 32(2), 49–60. <https://doi.org/10.1080/0031383880320201>
- Sjøberg, S. (2000). *Science and scientists: The SAS-study: Cross-cultural evidence and perspectives on pupils' interests, experiences and perceptions*. Department of Teacher Education and School Development, Universität Oslo.

- 
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2019). *The ROSE project: The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project Final Report, Part 1 (of 2)*.
- Smith, W. S. & Erb, T. O. (1986). Effect of women science career role models on early adolescents' attitudes toward scientists and women in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 667–676.
- Stahl, E. & Bromme, R. (2007). The CAEB: An instrument for measuring connotative aspects of epistemological beliefs. *Learning and Instruction*, 17(6), 773–785. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.016>
- Stamer, I. (2019). *Authentische Vermittlung von Naturwissenschaften im Schülerlabor: Förderung der authentischen Wahrnehmung von Naturwissenschaften durch Einblicke in die Forschung des Sonderforschungsbereichs (SFB) 677 mittels Videos* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Stamer, I., Beiroth, F., Schwarzer, S., Hartke, B., Lindhorst, T. K. & Parchmann, I. (2018). Blick in die Zukunft: Computersimulationen ergänzen die Heranführung von Schülerinnen und Schülern an naturwissenschaftliche Arbeitsweisen. *CHEMKON*, 25(7), 285–292. <https://doi.org/10.1002/ckon.201800001>
- Stamer, I., Kubsch, M., Steiner, M., Schwarzer, S. & Parchmann, I. (2019). Scientists, Their Work, and how Others Perceive Them: Self-Perceptions of Scientists and Students' Stereotypes. *RISTAL*, 2, 85–101. <https://doi.org/10.23770/rt1826>
- Stamer, I., Pönicke, H., Tirre, F., Laherto, A., Höffler, T. N., Schwarzer, S. & Parchmann, I. (2020). Development & validation of scientific video vignettes to promote perception of authentic science in student laboratories. *Research in Science & Technological Education*, 38(2), 168–184. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1600491>
- Statistisches Bundesamt. (2023). *Hochschulen: Studierende in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (MINT) und Technik-Fächern*. Statistisches Bundesamt. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/studierende-mint-faechern.html>
- Stiensmeier-Pelster, J. & Schöne, C. (2008). Fähigkeitsselbstkonzept. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Psychologie: Bd. 10. Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 62–73). Hogrefe.
- Stoll, G. (2013). *Entwicklung und Validierung eines Interessentests zur Berufs- und Studienfachwahl* [Dissertation]. Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

- 
- Streiner, D. L. (2003). Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of personality assessment*, 80(1), 99–103. [https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001\\_18](https://doi.org/10.1207/S15327752JPA8001_18)
- Streller, M. (2015). *The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories* [Dissertation]. Technische Universität Dresden, Dresden.
- Strömmer, T. & Winkelmann, J. (2020). Charakteristische Merkmale von Physikunterricht: Wirkung auf (Un-)Beliebtheit, Interesse und Schwierigkeit. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Vorsitz), *Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung - Jahresband 2020*, Bonn.
- Swarat, S., Ortony, A. & Revelle, W. (2012). Activity matters: Understanding student interest in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 515–537. <https://doi.org/10.1002/tea.21010>
- Taskinen, P. H. (2010). *Naturwissenschaften als zukünftiges Berufsfeld für Schülerinnen und Schüler mit hoher naturwissenschaftlicher und mathematischer Kompetenz: Eine Untersuchung von Bedingungen für Berufserwartungen* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Taskinen, P. H., Asseburg, R. & Walter, O. (2008). Wer möchte später einen naturwissenschaftsbezogenen oder technischen Beruf ergreifen? Berufserwartungen und Schülermerkmale in PISA 2006. In M. Prenzel & J. Baumert (Hrsg.), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft Sonderheft: Bd. 10. Vertiefende Analysen zu PISA 2006*. VS Verl. für Sozialwiss.
- Technische Universität Darmstadt. (2024). *CRC 1245: Atomic Nuclei: From Fundamental Interactions to Structure and Stars*. [https://www.ikp.tu-darmstadt.de/forschung\\_kernphysik/verbundprojekte/details/sfb1245/startseite\\_sfb\\_1245.de.jsp](https://www.ikp.tu-darmstadt.de/forschung_kernphysik/verbundprojekte/details/sfb1245/startseite_sfb_1245.de.jsp)
- Thomson, M. M., Zakaria, Z. & Radut-Taciu, R. (2019). Perceptions of Scientists and Stereotypes through the Eyes of Young School Children. *Education Research international*, vol. 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6324704>
- Tillmann, J. & Wegner, C. (2021). Weiterentwicklung eines klassischen Schülerlabors – Darstellung des aktuellen Forschungsstandes. *Progress in Science Education*, 4(2), 5–39. <https://doi.org/10.25321/PRISE.2021.1076>
- Tintori, A. (2017). The most common stereotypes about science and scientists: what scholars know. In A. Tintori & R. Palomba (Hrsg.), *Turn on the light on science: A research-based*

- 
- guide to break down popular stereotypes about science and scientists* (S. 1–18). Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bba.b>
- Tintori, A. & Palomba, R. (Hrsg.). (2017). *Turn on the light on science: A research-based guide to break down popular stereotypes about science and scientists*. Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bba>
- Türkmen, H. (2008). Turkish Primary Students' Perceptions about Scientist and What Factors Affecting the Image of the Scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 55–61.
- Türkmen, H. & Koseoglu, P. (2023). The perceptions of Turkish students against scientists and the emotions of scientists in the post-pandemic. *Asian Journal of Contemporary Education*, 7(2), 43–55. <https://doi.org/10.55493/5052.v7i2.4881>
- Ungermann, M. (2022). *Förderung des Verständnisses von Nature of Science und der experimentellen Kompetenz im Schüler\*innen-Labor Physik in Abgrenzung zum Regelunterricht. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 326*. Logos Verlag. [http://www.content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783832585013](http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783832585013)
- VERBI Software. (2021). *MAXQDA 2022/2024 [Computer software]*. <https://www.maxqda.com/de/>
- Vock, M., Köller, O. & Nagy, G. (2013). Vocational interests of intellectually gifted and highly achieving young adults. *The British journal of educational psychology*, 83(Pt 2), 305–328. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02063.x>
- Weiss, B. R. (2022). *Entwicklung und Evaluation einer virtuellen 360°-Umgebung zur schülergerechten Darstellung der Tätigkeiten von Forschenden aus der Kern- und Astrophysik* [wissenschaftliche Hausarbeit für das 1. Staatsexamen]. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.
- Weiss, B. R., Kriegel, M. & Spatz, V. (2023). Entwicklung eines 360° Serious Games zu Tätigkeiten von Forschenden in der Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1(1), 287–291. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1375>
- Wentorf, W. (2015). *Planspiel Wissenschaft: Konzept und Materialien zum Forschenden Lernen. Konzepte und Materialien: Bd. 2*. Schneider-Verl. Hohengehren.
- Wentorf, W., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen.

- 
- Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 207–222.  
<https://doi.org/10.1007/s40573-015-0035-7>
- Wentorf, W., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2017). Welche Vorstellungen, Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen zu naturwissenschaftlichen Tätigkeiten weisen Studierende der Naturwissenschaften auf? *CHEMKON*, 24(3), 111–118.  
<https://doi.org/10.1002/ckon.201710302>
- Weßnigk, S. (2013). *Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Weßnigk, S. & Euler, M. (2014). Wie die Produktion von Eierlöffeln das Image von Chemie und Physik verändern kann. *CHEMKON*, 21(3), 1–6.  
<https://doi.org/10.1002/ckon.201410224>
- Whitehead, J. M. (1996). Sex stereotypes, gender identity and subject choice at A-level. *Educational Research*, 38(2), 147–160. <https://doi.org/10.1080/0013188960380203>
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer Verlag New York.  
<https://ggplot2.tidyverse.org>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Golemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T., Miller, E., Bache, S., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D., Spinu, V., . . . Yutani, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686.  
<https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K. & Vaughan, D. (2023). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation* (Version R package 1.1.4) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Spektrum.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E. & Dickson, D. (2003). Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), 324–329.  
<https://doi.org/10.1088/0031-9120/38/4/306>
- Zoechling, S. M., Hopf, M., Woithe, J. & Schmeling, S. (2020). Spreading interest in particle physics among high-school students – What matters? In *Proceedings of 40th International Conference on High Energy physics PoS(ICHEP2020)*, Prague, virtual meeting.



---

## Anhang

---

A1 Interviewleitfaden SFB 1245.....	-240-
A2 Einladungsschreiben Interview SFB 1245.....	-241-
A3 Codierleitfaden Interviews SFB 1245.....	-243-
A4 Fragebogen SFB 1245.....	-247-
A5 Skalen und Items aus dem Fragebogen für Schüler:innen.....	-254-
A6 Exemplarische Zeichnungen aus dem Draw-a-Physicist-Test der Projektwoche..	-257-
A7 Exemplarische Wortwolke zu Beginn des Schülerlabors.....	-258-
A8 Fragebogen für Schüler:innen (pw_post).....	-259-
A9 Bildimpressionen der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“.....	-266-
Lebenslauf Moritz Kriegel.....	-267-
Publikationsliste Moritz Kriegel.....	-268-
Erklärungen laut Promotionsordnung.....	-269-

# A1 Interviewleitfaden SFB 1245

Intervention:	Erwartete Aussagen	Bemerkung
<b>Grundlegende Tätigkeiten / RIASEC+N</b>		
Wie sieht ein typischer Arbeitsalltag bei Ihnen aus? (Wentorf, 2015, S.213)	Lehre, Literaturrecherche, Experimente planen/durchführen, Betreuung von Junior-Scientists, Projektanträge stellen, Arbeitsgruppenleitung, Vorträge auf Konferenzen, Simulationen erstellen, Berechnungen durchführen, usw.	Auf wiederkehrende Tätigkeit achten, Berufsbezogenheit,
Welchen Tätigkeiten gehen Sie am häufigsten in Ihrem Arbeitsalltag nach? (Wentorf, 2015, S.213)		
Evtl. erweiterte Fragen innerhalb der RIASEC+N Dimensionen		
<b>Spezifische Tätigkeiten im SFB 1245:</b>		
Gibt es Tätigkeiten, die Sie speziell im SFB 1245 ausüben?	Besondere Forschungsprojekte/Experimente, Verwaltungsaufgaben	
<b>Theoretische und Experimentalphysik</b>		
Wie unterscheiden sich Ihre Tätigkeiten von der Theorie- oder Experimentalseite?	Fokus auf Experimente/ Theorien Arbeit mit Simulationen	Fokus auf Tätigkeiten
Wie sieht die Zusammenarbeit mit der Theorie- oder Experimentalseite aus?	Verschiedene Ausgangspunkte für neue Forschung, Wesentlicher Austausch, Wechselseitige Angewiesenheit	Fokus auf Interdisziplinarität
<b>Unterschied zwischen Professor:innen und wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen</b>		
Was zeichnet ihre Tätigkeit gegenüber der von Professor:innen/WiMIs aus?	Anzahl der Experimente/ Simulationen, Verwaltungsaufgaben, Finanzierung	
<b>Abschluss → Projektwoche</b>		
Welche Aspekte sollten in einer Lernumgebung für SuS auftauchen, um ein authentisches Bild über die Tätigkeiten von Physiker:innen zu vermitteln? (mod. nach Stamer, 2019, S.76, Laherto, 2018, S.47)	Starker Fokus auf Experimente Austausch mit Physiker:innen Standort Universität → Labor o.ä.	Ggf. auf mehrtätiges Angebot hinweisen
Optional: Kennen Sie noch ihren Berufswunsch, den Sie in der Schule (10. Klasse) hatten?	Selten wird der Beruf Professor:in, WiMi genannt	

---

## A2 Einladungsschreiben Interview SFB 1245

---

Technische Universität Darmstadt | Karolinenplatz 5 | 64289 Darmstadt

### Einladung zur Interviewstudie über die Tätigkeiten von Physiker\_innen im SFB 1245



Moritz Kriegel  
AG Didaktik der Physik  
Technische Universität Darmstadt  
moritz.kriegel@physik.tu-darmstadt.de

JProf. Dr. Verena Spatz  
AG Didaktik der Physik  
Technische Universität Darmstadt  
verena.spatz@physik.tu-darmstadt.de

Hochschulstraße 12  
64289 Darmstadt

16.11.2021

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit laden wir Sie (Professor\_innen, Post-Docs und Wissenschaftliche Mitarbeitende) herzlich ein, an unserer Interviewstudie zu Tätigkeiten von Physiker\_innen im Sonderforschungsbereich 1245 teilzunehmen. Ziel ist es hierbei, Schüler\_innen im Rahmen des Outreach-Programms im kommenden Jahr einen möglichst authentischen und differenzierten Einblick in Ihre Forschung zu ermöglichen.

Die etwa 20-minütigen Interviews können je nach Belieben in Präsenz oder in digitaler Form stattfinden.

Wir danken Ihnen bereits im Voraus für Ihr Engagement und stehen bei Interesse an weiteren Informationen zum geplanten Projekt jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit besten Grüßen  
Moritz Kriegel und Verena Spatz

---

## Was?

Im Rahmen eines Promotionsprojektes sollen die beruflichen Tätigkeiten von Physiker\_innen im Sonderforschungsbereich (SFB) 1245 möglichst differenziert erfasst werden. Hierzu ist die erwähnte Interviewstudie mit ausgewählten Professor\_innen und Wissenschaftlichen Mitarbeitenden geplant sowie eine ergänzende Fragebogenerhebung mit möglichst vielen Mitgliedern des SFB 1245. Im Anschluss sollen mit diesem Fragebogen die Vorstellung und das Interesse von Schüler\_innen an den Tätigkeiten von Physiker\_innen erhoben werden. Eine anschließende Intervention in Form einer universitären Projektwoche im Rahmen des Outreachprogrammes soll ein authentisches Bild der physikalischen Forschung vermitteln und zu adäquateren Vorstellungen beitragen.

---

## Wieso?

Schüler\_innen haben ein stark verkürztes Bild von den Arbeitsweisen und Tätigkeiten von Naturwissenschaftler\_innen, was zu naiven, stereotypischen Vorstellungen über dieses Berufsfeld führt (Dierks et al., 2016; Höffler et al., 2019; Leiß, 2019; Wentorf et al., 2015). Besonders die theoretische Physik wurde in der empirischen Forschung bisher vernachlässigt und spielt bei den Vorstellungen der Lernenden über Physik eine stark untergeordnete Rolle (Heine, A., Pospiech, G., 2015). Diese unvollständigen Vorstellungen über den physikalischen Forschungsalltag können zu unreflektierten Entscheidungen hinsichtlich der späteren Berufswahl führen (Stamer, 2019).

Die volitionalen Laufbahnentscheidungen für oder gegen die Naturwissenschaften hängen dabei außerdem auch vom Interesse und der Selbstwirksamkeitserwartungen der Lernenden in diesem Bereich ab (Taskinen, 2010). Da Schüler\_innen sich geschlechtsunabhängig eher für ungeklärte Phänomene in der Physik und für astrophysikalische Themen interessieren (Holstermann & Bögeholz, 2007), bietet der SFB 1245 eine ideale Möglichkeit im Rahmen des Outreachprogrammes diese unzureichenden Vorstellungen zu adressieren.

Es konnte außerdem gezeigt werden, dass mit einem besseren Verständnis über die Arbeitsweisen in den Naturwissenschaften (NOS) auch das Konzeptverständnis eines physikalischen Fachinhaltes verbessert werden kann (Michel & Neumann, 2016).

---

## Literaturverzeichnis

- Dierks, P. O., Höffler, T. N., Blankenburg, J. S., Peters, H. & Parchmann, I. (2016). Interest in science: a RIASEC-based analysis of students' interests. *International Journal of Science Education*, 38(2), 238–258. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1138337>
- Heine, A., Pospiech, G. (2015). Wissenschaftstheoretische Vorstellungen über die Theoretische Physik. *Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Höffler, T. N., Köhler, C. & Parchmann, I. (2019). Scientists of the future: an analysis of talented students' interests. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0184-1>
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.
- Leiß, F. (2019). *Untersuchung von Schülervorstellungen über Tätigkeiten von Naturwissenschaftlern und deren Beeinflussung durch ein Schülerlabor* [Dissertation]. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen.
- Michel, H. & Neumann, I. (2016). Nature of Science and Science Content Learning: The Relation Between Students' Nature of Science Understanding and Their Learning About the Concept of Energy. *Science & Education*, 25(9-10), 951–975. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9860-4>
- Stamer, I. (2019). *Authentische Vermittlung von Naturwissenschaften im Schülerlabor: Förderung der authentischen Wahrnehmung von Naturwissenschaften durch Einblicke in die Forschung des Sonderforschungsbereichs (SFB) 677 mittels Videos* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Taskinen, P. H. (2010). *Naturwissenschaften als zukünftiges Berufsfeld für Schülerinnen und Schüler mit hoher naturwissenschaftlicher und mathematischer Kompetenz: Eine Untersuchung von Bedingungen für Berufserwartungen* [Dissertation]. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Wentorf, W., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 207–222. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0035-7>

## A3 Codierleitfaden Interviews SFB 1245

### Codierleitfaden zu Tätigkeiten von Physiker:innen im SFB1245

#### Hinweise zur Codierung:

- Wenn möglich den vollständigen Satz/Nebensatz codieren
  - Teilweise aber auch nur wenige Worte möglich

Verwaltungsaufgaben der Servicearbeit zu übernehmen sich um Personalangelegenheiten zu kümmern Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Image)	Verwaltungsaufgabe, die da mit dran hängt. Das heißt regelmäßig muss ich mich mit den Mitarbeiterinnen in unserer Verwaltung im Institut absprechen, was an Materialien benötigt wird, <b>ob alle Stellen besetzt sind</b> , ob der Mittelabfluss in Ordnung ist (ähm) muss mich (...) oder (...) kümmern mich darum, dass die Ergebnisse von denen ich Kenntnis erhalte dann auch eben nach außen zum Teil kommuniziert werden. (ähm) Stehe natürlich auch zur Verfügung für irgendwelche
---	--

- Sofern die Tätigkeit über mehrere Sätze beschrieben wird, zusammenhängend codieren

Vorlesung/ Seminare zu halten Vorlesung/ Seminare vor- und nachzubereiten	B: Also (ähm) ich sage mal für die (...) für die Lehre habe ich zu tun (...) (ähm) ich verwende ja so Flipped-Classroom. Im Moment habe ich die (...) den großen Vorzug, dass ich in diesem Semester einen Großteil meiner Videoaufzeichnungen, die ich als Vorbereitung verwende und auch die schriftlichen Arbeitsmaterialien überwiegend recyceln oder mit relativ wenig Aufwand umarbeiten kann. Das kann natürlich saisonal oder wenn ein anderes Semester kommt oder wenn ich ne andere Vorlesung kriege extrem viel Arbeit bedeuten. Was dann bedeuten würde (ähm) Script schreiben, Konzept schreiben, entsprechende Recherche machen, dass man das anständig bebildert, sich ein Vortragskonzept überlegen, aufzeichnen, rendern und was da nicht alles dran hängt. (ähm) Im Moment ist es bei dem Flipped-Classroom, dass ich mir ansehe was die Studierenden fragen (...) (ähm), dazu Antworten vorbereite, mir zusätzliche Fragen und Arbeitsmaterialien heraussuche aus einem Portfolio, dass ich schon länger habe. Ich habe mir außerdem angewöhnt, dass ich die Übungsaufgaben selber mache zu meinen Lehrveranstaltungen. Das heißt meine Übungssassistent_innen kümmern sich im
--	---

- Wenn die Frage von „I“ inhaltlich relevant ist und z.B. von „B“ nur bejaht wird  
→ Frage mitcodieren

wissenschaftliche Literatur zu lesen	I: Ok. Und dann bleiben wir gerade bei der Literatur, dass sie selbst Literatur verfassen, also wissenschaftliche. Ist das ein Teil ihrer Arbeit auch noch oder ist das auch runtergefahren? B: Das ist sicher ein Teil meiner Arbeit. Sicherlich im Moment zu (...) zu wenig ein Teil meiner Arbeit, wo ich ein größeren Wert drauf legen möchte oder würde und
--------------------------------------	---

- Wenn ein Segment explizit zwei Codes beinhaltet → codieren mit beiden Codes

Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker...	Einzelgesprächen mit den (...) Doktorand_innen vor allem Dingen. Damit verbunden: Lesen von Papierentwürfen von Doktorarbeiten, von Entwürfen für Masterarbeiten, Abschlussarbeiten, entsprechendes Feedback und so weiter (ähm) (...) ja. Ansonsten habe ich aktuell als Plan, der gerade
---	--

- Implizite Tätigkeiten werden, wenn möglich, nicht codiert → „Vortrag halten“ impliziert auch „Vortrag gestalten“ → nur Ersteres wird codiert

an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen eine Präsentation vor anderen Physiker_innen zu halten	B: (ähm) Ja Konferenzen, Workshops und auch Seminarvorträge. Konferenzen gibt es momentan nicht so viele. Die meisten Vorträge (...) die ich jetzt habe (...) also Vorträge bei kleineren Workshops (...) Also im Endeffekt ist
---	---

- Nur die eigenständigen Tätigkeiten werden codiert → Tätigkeiten der AG oder von Kollegen werden nicht codiert
- Mehrfachnennung einer Tätigkeit werden auch codiert

Codes:	Ankerbeispiele:
Arbeitsschutzmaßnahmen durchzusetzen/sich darin weiterzubilden	
das Labor aufzuräumen	
Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen	
ein Experiment zu planen	„Beziehungsweise wie man (...) was (...) wie man das Experiment aufbauen möchte. Was man dafür braucht? Welche Voraussetzungen man dafür erfüllen muss und (ähm) Gerade wenn es um sowas wie Geräte oder Material geht; was ist schon vorhanden? Kennt man andere AGs, die einem was leihen können (...) Fragt dann die Leute einfach mal, ob das möglich ist“ (Interviews codiert von Moritz\Interview SFB Bella: 2)
Experimente an anderen (internationalen) Standorten zu unterstützen	
ein Experiment aufzubauen	
genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen	Hier geht es sowohl um feine Einstellungen, als auch um Probemessungen → „Bis dann die ersten Versuche kommen (ähm) dabei, dass auch irgendwie was rauskommt. Dass man irgendwie sieht: Ah das was ich geplant habe, das funktioniert. Und (ähm) (...) da (...) ich glaub ich hab's noch nie erlebt, dass irgendwas auf Anhieb funktioniert (lacht). Das heißt da wird es immer am Anfang irgendwelche Probleme geben, wo man versucht die Ursache zu finden und Lösungen zu finden.“ (Interviews codiert von Moritz\Interview SFB Bella: 2)
Experimente durchzuführen	
Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten	„Also arbeitet alleine an diesem Datensatz und fängt an den auszuwerten und wir bei uns in der AG haben (...) glücklicherweise ein selbstgeschriebenes Python-Tool mit graphischer Oberfläche und allem Drum und Dran, wo es relativ einfach ist erst mal so einen groben Überblick zu bekommen, was die Daten einem sagen könnten. (ähm) Da kann man die einzelnen Skripte dann auch verwenden, um sich dann detailliertere Skripte zu schreiben, um genau das auszuwerten, was man selber gerne aus den Daten herauslesen möchte.“ (Interviews codiert von Moritz\Interview SFB Bella: 2)
Daten mit Kolleg:innen zu interpretieren/ diskutieren	
Materialien/Bauteile zu bestellen	Bei Fremdfirmen und in der Mechanik-Werkstatt/E-Werkstatt der TU
Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagefilm/Presse)	
Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben	
Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen	
Anträge für Forschungsgelder zu stellen	
sich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.)	
sich neue Forschungsprojekte auszudenken	
Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen	„diese akademische Selbstverwaltung. Ich bin jetzt gerade auch Studiendekan, das heißt, da gibt es auch ein paar so organisatorische Sachen, die damit immer zusammenkommen. Das ist jetzt nicht so das typische, aber auch da sind ab und zu mal Vorträge zu halten oder wir haben jetzt

	gerade unsere (ähm) Bachelor- und Masterstudiengänge re-akkreditiert im letzten Jahr. Da muss man dann auch mal durch irgendwelche Dokumente mal durchgucken und solche Sachen machen“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Ingo: 3)
Organisatorisches in einer Projekt-/Arbeitsgruppe zu besprechen	„[...]Es gibt halt das dieses integrierte Graduiertenkolleg, wo ich einer der Pls bin(...) die XXX ist ja auch eine dieser (...) Da gibt es auch ab und zu mal was zu organisieren.“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Ingo: 3) „[...] dann habe ich natürlich das Management meiner eigenen AG. Das heißt Arbeitsbesprechungen. Das ist ein regelmäßiges Gruppenmeeting [...]“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Harry: 5)
Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen	
Veranstaltungen zu organisieren	
Vorlesung/Seminare vor- und nachzubereiten	
Vorlesung/Seminare zu halten	
Prüfungen durchzuführen	
Studierende beim Experimentieren zu betreuen	
Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen	
Doktorand:innen bei deren Forschung zu betreuen	„Aber bei mir hat jedes AG Mitglied einmal pro Woche ein Zeitslot in dem ich (...) in dem wir über die Projekte reden und das ist wirklich wöchentlich. Und da kriege ich dann immer ein Update und das (...) das kann mal kürzer sein, wenn es nicht viel Neues zu berichten gibt (...) und dann schaut man einfach so (...) was(...) wie die Situation ist. Kann aber auch länger sein, wenn es bei irgendeinem Projekt Probleme gibt oder offene Fragen oder wenn(ähm) irgendein (...) in der Theorie ein Modell Ergebnisse liefert(...) aber irgendwie im Widerspruch steht, zu dem was man beobachtet, dann hat man viel länger an Diskussionen und das zieht sich dann auch.“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Gustavo: 3)
Übungsaufgaben zu erstellen/ mit Studierenden zu besprechen	
Poster oder Vorträge zu gestalten	Hier sind ist die Vorlesungsvorbereitung ausgenommen. Es geht um alle anderen Präsentationen.
an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen	
eine Präsentation vor anderen Physiker:innen zu halten	
sich mit (inter-) nationalen Kolleg:innen über die Forschung auszutauschen	
sich mit Kolleg:innen an der Universität über die Forschung auszutauschen	
Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker:innen schreiben	
wissenschaftliche Literatur zu schreiben	
Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker:innen schreiben	Auch Gutachten für Master- und Doktorarbeiten
wissenschaftliche Literatur zu lesen	
Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen	
Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/zu berechnen	„Wir lösen Gleichungen numerisch, also Bewegungsgleichungen von

	<p>Vielteilensystemen. Und das sind dann numerische Lösungen von Gleichungen, die jetzt je nachdem auf (...) handelsüblichen Computern laufen oder bis zum Supercomputer auf Groß(...) geräten. Das hängt jetzt vom genauen Forschungsfeld ab. Bei den (...) bei gewissen Forschungsprojekten haben wir dann wirklich die Großcomputer und bei manchen sind das Rechnungen, die einfach auch ein paar Tage auf nem normalen Computer laufen.“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Gustavo: 9)</p>
bestehende Computersoftware für eigene Experimente anwenden/erweitern	<p>„Ah was ich vergessen habe, was auch noch zum Arbeitsalltag dazu gehört, sind natürlich Simulationen. Weil oft (ähm) müssen wir erst mal simulieren, was eventuell im Experiment herauskommen möchte (ähm) würde bevor wir begründen können, warum es Sinn macht, das durchzuführen. Das ist natürlich auch nochmal ein Punkt, ein wichtiger Punkt, den (...) den wir viel machen. Simulieren, ja [...]“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Bella: 2)</p>
neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren	<p>„Also für mich ist das tatsächlich viel im Allgemeinen Programmieren, also im Sinne von Software-Engineering. Also ich (...) Meine Arbeit ist (ähm) Ein Großteil meiner Arbeit ist die neue Erstellung (...) Eine Erstellung eines neuen Codes, was Kapazitäten hat, die bis jetzt kein anderer Code auf der Welt kann.“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Dennis: 5)</p>
physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen	<p>„[...]but it's like when we compute the properties of a nucleus, it is actually I'm simulating virtually these nucleus and measuring its properties.“ (Interviews codiert von Moritz/Interview SFB Anna: 19)</p>
3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen	
technische Geräte zu bedienen	
sich weiterzubilden / zu lernen	

## A4 Fragebogen SFB 1245

### **Tätigkeiten von Physiker\_innen im Sonderforschungsbereich 1245**

Sehr geehrte Damen und Herren,  
im Rahmen des Outreachprogrammes sollen die beruflichen Tätigkeiten von Physiker\_innen im SFB 1245 bei einer universitären Projektwoche für Schüler\_innen möglichst authentisch dargestellt werden. Hierzu wurde in den letzten Monaten bereits eine Interviewstudie mit einzelnen Forschenden der Theorie- und Experimentalprojekte des SFBs 1245 durchgeführt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen ist der folgende Fragebogen entstanden, mit dem künftig die Vorstellung und Interessen von Schüler\_innen an dem breiten Spektrum Ihrer Tätigkeiten erhoben werden. Die Aussagen im Fragebogen sind daher in altersgerechter Sprache für Schüler\_innen formuliert.

Zur Validierung des Fragebogens bitten wir Sie hiermit um Ihre Mithilfe:

Bitte kreuzen Sie zu jeder genannten Tätigkeit an, wie häufig Sie selbst diese im SFB 1245 durchführen. Treffen Sie **KEINE** stellvertretenden Aussagen für andere!

Ihre Antworten werden selbstverständlich anonymisiert und vertraulich behandelt.

**Vielen Dank für Ihr Engagement!**



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

**1. Welchem Gebiet der Physik würden Sie sich zuordnen?**

Experimentalphysik

Theoretische Physik

anderes

**2. Welche der folgenden Berufsbezeichnungen trifft auf Sie zu?**

**Im SFB 1245 arbeite ich als...**

Professor\_in

Post-Doktorand\_in

Doktorand\_in

**3. Bitte kreuzen Sie zu jeder genannten Tätigkeit an, wie häufig Sie selbst diese im SFB 1245 durchführen. Treffen Sie KEINE stellvertretenden Aussagen für andere!**

In meinem Arbeitsalltag beschäftige ich mich damit...						keine Angabe
	nie	selten ( <monatlich)	gelegentlich ( monatlich)	häufig ( wöchentlich)	sehr häufig ( täglich)	
Arbeitsschutzmaßnahmen durchzusetzen/mich darin weiterzubilden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Experimente an anderen (internationalen) Standorten zu unterstützen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bestehende Computersoftware für eigene Experimente anwenden/erweitern	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ein Experiment aufzubauen/ umzubauen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Experimente durchzuführen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daten mit Kolleg_innen zu interpretieren/zusprechen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorlesungen/Seminare vor- und	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

nachzubereiten						
das Labor aufzuräumen	<input type="radio"/>					
ein Experiment zu planen	<input type="radio"/>					
Materialien/Bauteile zu bestellen	<input type="radio"/>					
Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen	<input type="radio"/>					
mich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.)	<input type="radio"/>					
Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagefilm/Presse)	<input type="radio"/>					
Studierende beim Experimentieren zu betreuen	<input type="radio"/>					
Anträge für Forschungsgelder zu stellen	<input type="radio"/>					
Organisatorisches in einer Projekt-/Arbeitsgruppe zu besprechen	<input type="radio"/>					
Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben	<input type="radio"/>					
Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen	<input type="radio"/>					
Übungsaufgaben zu erstellen/mit Studierenden zu besprechen	<input type="radio"/>					

Vorlesungen/Seminare zu halten	<input type="radio"/>					
Doktorand_innen bei deren Forschung zu betreuen	<input type="radio"/>					
technische Geräte zu bedienen	<input type="radio"/>					
Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker_innen zu schreiben	<input type="radio"/>					
Prüfungen durchzuführen	<input type="radio"/>					
Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/ zu berechnen	<input type="radio"/>					
Poster oder Vorträge zu gestalten	<input type="radio"/>					
mir neue Forschungsprojekte auszudenken	<input type="radio"/>					
wissenschaftliche Literatur zu schreiben	<input type="radio"/>					
Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten	<input type="radio"/>					
wissenschaftliche Literatur zu lesen	<input type="radio"/>					
an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen	<input type="radio"/>					
Veranstaltungen zu organisieren	<input type="radio"/>					
eine Präsentation vor anderen Physiker_innen zu halten	<input type="radio"/>					

neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren	<input type="radio"/>					
mich mit (inter-)nationalen Kolleg_innen über die Forschung auszutauschen	<input type="radio"/>					
3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen	<input type="radio"/>					
mich mit Kolleg_innen an der Universität über die Forschung auszutauschen	<input type="radio"/>					
mich weiterzubilden/zu lernen	<input type="radio"/>					
Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen	<input type="radio"/>					
Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker_innen zu schreiben	<input type="radio"/>					
Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen	<input type="radio"/>					
physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen	<input type="radio"/>					
Abschlussarbeiten von Studierenden oder Doktorand_innen zu bewerten/ zu begutachten	<input type="radio"/>					

4. Gibt es noch weitere wiederkehrende Tätigkeiten, die Sie in der vorherigen Auflistung vermisst haben? Wenn ja, welche?

nein

---

**Seite 04**

5. Haben Sie noch weitere Anmerkungen oder Fragen?

---

**Letzte Seite**

## **Vielen Dank für Ihre Teilnahme!**

Wir möchten uns ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

Moritz Kriegel, Technische Universität Darmstadt, Didaktik der Physik – 2022

## A5 Skalen und Items aus dem Fragebogen für Schüler:innen

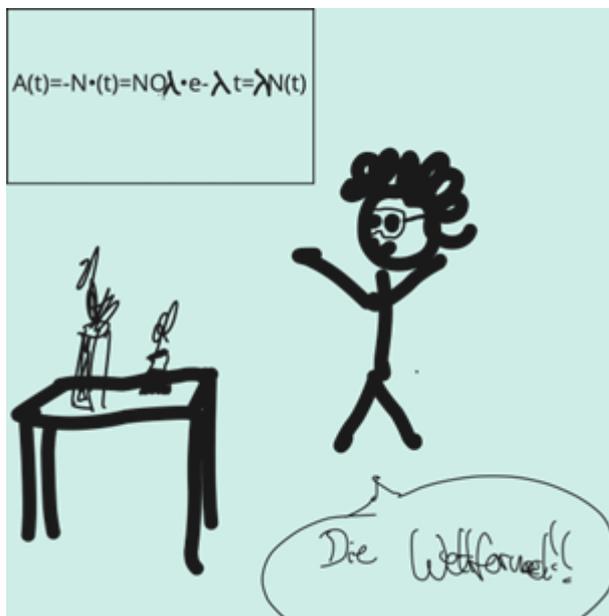
Kürzel	Item	Herkunft, wenn nicht eigene Items
<b>Soziodemographische Merkmale</b>		
SDM1	Alter	
SDM2	Jahrgangsstufe	
SDM3	Schulform	
SDM4	Geschlecht	
SDM5	Zeugnisnote in Physik	
<b>Lieblingsfächer</b>		
Die folgenden Schulfächer machen mir - unabhängig von der Lehrkraft - Spaß:		
LFDe	Deutsch	Simon 2019, nach Streller 2015
LFCh	Chemie	Simon 2019, nach Streller 2015
LFEng	Englisch	Simon 2019, nach Streller 2015
LFPhy	Physik	Simon 2019, nach Streller 2015
LFBio	Biologie	Simon 2019, nach Streller 2015
LFGe	Geschichte	Simon 2019, nach Streller 2015
LFMa	Mathematik	Simon 2019, nach Streller 2015
LFInf	Informatik	Simon 2019, nach Streller 2015
<b>Dispositionales Interesse</b>		
<b>Sachinteresse Physik</b>		
DIS1	Auch außerhalb der Schule interessieren mich physikalische Themen	Weßnigk 2013 geändert nach Simon 2019
DIS2	Es macht mir Spaß an einem physikalischen Problem zu knobeln	Weßnigk 2013
DIS3	Wenn ich physikalische Aufgaben bearbeite, merke ich manchmal gar nicht, wie die Zeit verfliegt.	Weßnigk 2013 geändert nach Simon 2019
DIS4	Ich bin bereit, auch Freizeit zu verwenden, wenn ich etwas in Physik dazulernen kann.	Weßnigk 2013 geändert nach Simon 2019
<b>Fachinteresse Physik</b>		
DIF1	Der Physikunterricht macht mir Spaß.	Weßnigk 2013 geändert nach Simon 2019
DIF2	Die Themen des Physikunterrichts interessieren mich.	Simon 2019
DIF3	Ich spreche mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über die Dinge, die ich im Physikunterricht gelernt habe.	Weßnigk 2013 geändert nach Simon 2019
DIF4	Im Physikunterricht fühle ich mich wohl.	Weßnigk 2013 geändert nach Simon 2019
<b>Situatives Interesse</b>		
<b>Emotionale Komponente</b>		
AIEm1	Der Labortag/Die Projektwoche war nicht langweilig.	angepasst (Streller 2015, invers in Engeln 2004, Pawek 2009)
AIEm2	Der Labortag/Die Projektwoche haben mir Spaß gemacht.	angepasst (Streller 2015, invers in Engeln 2004, Pawek 2009)
AIEm3	Der Labortag/Die Projektwoche war für mich interessant	angepasst (Pawek (2009))
AIEm4	Während des Labortages/der Projektwoche verging die Zeit schnell	angepasst nach Streller 2015, invers in Engeln 2004
<b>Wertbezogene Komponente</b>		
AIW1	Dass ich am Labortag/an der Projektwoche teilgenommen habe, ist mir persönlich wichtig.	angepasst (Engeln 2004, Pawek 2009, Streller 2015, Simon 2019)
AIW2	Die Inhalte des Labortages/der Projektwoche waren für mich wertvoll.	ähnlich in (Betz 2018)
AIW3	Dass ich am Labortag/an der Projektwoche teilgenommen habe, erscheint mir sinnvoll.	angepasst (Engeln 2004, Pawek 2009, Streller 2015, Simon 2019)
<b>Epistemische Komponente</b>		
AIEp1	Beim Labortag/Bei der Projektwoche habe ich interessante Anregungen erhalten.	angepasst (Streller 2015, Simon 2019)
AIEp2	Solche Angebote wie den Labortag/die Projektwoche, würde ich gerne häufiger wahrnehmen.	angepasst (Engeln 2004, Pawek 2009, Streller 2015, Simon 2019)
AIEp3	Beim Labortag/Bei der Projektwoche bin ich auf neue Ideen gekommen.	angepasst (Pawek 2009, Streller 2015, Simon 2019)
AIEp4	Ich würde gerne mehr über den Forschungsalltag von Physiker:innen erfahren.	angepasst (Engeln 2004, Pawek 2009, Streller 2015, Simon 2019)
<b>Image von Physik</b>		
<b>Unterrichtsfach</b>		
IPU1	unwichtig – wichtig	aus Weßnigk 2013
IPU2	unproduktiv – produktiv	aus Weßnigk 2013, von Simon 2019 nach Pilotierung entfernt
IPU3	unkreativ – kreativ	aus Weßnigk 2013
IPU4	statisch – dynamisch	aus Weßnigk 2013, von Simon 2019 nach Pilotierung entfernt
IPU5	abgeschlossen – offen	aus Weßnigk 2013
IPU6	rückschrittlich – fortschrittlich	aus Weßnigk 2013
IPU7	konservativ – innovativ	aus Weßnigk 2013, von Simon 2019 nach Pilotierung entfernt
<b>Wissenschaft</b>		
IPW1	unwichtig – wichtig	aus Weßnigk 2013
IPW2	unproduktiv – produktiv	aus Weßnigk 2013, von Simon 2019 nach Pilotierung entfernt
IPW3	unkreativ – kreativ	aus Weßnigk 2013
IPW4	statisch – dynamisch	aus Weßnigk 2013, von Simon 2019 nach Pilotierung entfernt
IPW5	abgeschlossen – offen	aus Weßnigk 2013
IPW6	rückschrittlich – fortschrittlich	aus Weßnigk 2013
IPW7	konservativ – innovativ	aus Weßnigk 2013, von Simon 2019 nach Pilotierung entfernt
<b>Berufswahlintention/Berufsorientierung</b>		
BO1	Ohne naturwissenschaftliches Grundwissen kann ich in der heutigen Arbeitswelt nichts werden	angepasst (Weßnigk, 2013)
BO2	Naturwissenschaftliches Grundwissen benötige ich für die Arbeitswelt	angepasst (Weßnigk, 2013)
BO3	Beruflich möchte ich nichts mit Naturwissenschaften zu tun haben	angepasst (Weßnigk, 2013)
BO4	Arbeit im naturwissenschaftlichen Bereich ausgeschlossen	angepasst (Weßnigk, 2013)
BO5	Beruflich möchte ich nichts mit Physik zu tun haben	angepasst (Weßnigk, 2013)
BO6	Arbeit im physikalischen Bereich ausgeschlossen	angepasst (Weßnigk, 2013)
<b>Berufsinteresse Bereich physikal. Forschung</b>		
BIR1	Experimente aufbauen/umbauen	
BIR2	Experimente durchführen	

BI11	etwas Neues (physikalisches) erforschen	
BI12	physikalische Daten am Computer auswerten	
BIA1	Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen	
BIA2	Poster oder Vorträge zu gestalten	
BIS1	anderen Personen etwas beibringen	
BIS2	andere bei Ihrem Lernprozess zu unterstützen	
BIE1	mich um Personal- und Finanzfragen (Geldfragen) kümmern	
BIE2	an Arbeits-/Projektmeetings teilnehmen	
BIC1	Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen	
BIC2	Anträge für Forschungsmittel stellen	
BIN1	einen Vortrag vor anderen Physiker:innen (Forschern/Peers) zu halten	
BIN2	mich mit (inter-)nationalen Kolleg:innen über die Forschung auszutauschen	
<b>Berufskennntnis</b>		
BKC1	Arbeitsschutzmaßnahmen durchzusetzen/mich darin weiterzubilden	
BKA1	Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen	
BKN1	Experimente an anderen (internationalen) Standorten zu unterstützen	
BKC2	genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen	
BK1	bestehende Computersoftware für eigene Experimente anwenden/erweitern	
BKR1	ein Experiment aufzubauen/umzubauen	
BKC3	Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen	
BKR2	Experimente durchzuführen	
BKI13	Daten mit Kolleg:innen zu interpretieren/zu diskutieren	
BKD2	Kundenaufträge zu bearbeiten.	
BKS1	Vorlesungen/Seminare vor- und nachzubereiten	
BKR3	das Labor aufzuräumen	
BKI2	ein Experiment zu planen	
BKC4	Materialien/Bauteile zu bestellen	
BKC5	Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen	
BKE1	mich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.)	
BKE2	Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagefilm/Presse)	
BKS2	Studierende beim Experimentieren zu betreuen	
BKE3	Anträge für Forschungsgelder zu stellen	
BKE4	Organisatorisches in einer Projekt-/Arbeitsgruppe zu besprechen	
BKD3	hergestellte Produkte zu vermarkten.	
BKE5	Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben	
BKC6	Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen	
BKS3	Übungsaufgaben zu erstellen/mit Studierenden zu besprechen	
BKS4	Vorlesungen/Seminare zu halten	
BKS5	Doktorand:innen bei deren Forschung zu betreuen	
BKR4	technische Geräte zu bedienen	
BKI3	Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker:innen zu schreiben	
BKS6	Prüfungen durchzuführen	
BKI4	Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/zu berechnen	
BKA2	Poster oder Vorträge zu gestalten	
BKA3	mir neue Forschungsprojekte auszudenken	
BKD1	Verkaufsgespräche mit Kund:innen zu führen.	
BKI5	wissenschaftliche Literatur zu schreiben	
BKI6	Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten	
BKI7	wissenschaftliche Literatur zu lesen	
BKN2	an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen	
BKE6	Veranstaltungen zu organisieren	
BKN3	eine Präsentation vor anderen Physiker:innen zu halten	
BKI8	neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren	
BKN4	mich mit (inter-)nationalen Kolleg:innen über die Forschung auszutauschen	
BKA4	3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen	
BKN5	mich mit Kolleg:innen an der Universität über die Forschung auszutauschen	
BKD4	einen Kostenvoranschlag für Kund:innen zu erstellen.	
BKI9	mich weiterzubilden/zu lernen	
BKS7	Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen	
BKI10	Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker:innen zu schreiben	
BKI11	Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen	
BKI12	physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen	
BKS8	Abschlussarbeiten von Studierenden oder Doktorand_innen zu bewerten/zu begutachten	
BKX1	Wenn Du im letzten Abschnitt an eine:n bestimmte:n Physiker:in gedacht hast, kannst Du diese:n hier kurz beschreiben.	
BKZZ1	Möchtest Du die Fragen zu den Tätigkeiten für eine:n weitere:n Physiker:in im SFB ausfüllen?	
BKX2	Ich kenne persönlich jemanden, der/die als Physiker:in arbeitet	Leiß, 2019
BKX3	Über die Tätigkeiten von Physiker:innen weiß ich viel/nichts	
<b>Authentizität</b>		
Auth1	Ich habe heute einen Einblick in den Berufsalltags von Physiker:innen bekommen	Engeln, 2004

---

Auth2	Ich habe heute ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.	Engeln, 2004
Auth3	Ich habe heute etwas über die Ziele physikalischer Forschung gelernt.	Engeln, 2004
Auth4	Ich habe mich selbst am Labortag/in der Projektwoche als Physiker:in wahrgenommen	

A6 Exemplarische Zeichnungen aus dem Draw-a-Physicist-Test der Projektwoche





# A8 Fragebogen für Schüler:innen (pw\_post)

<p>physida23 → pw_post 21.06.2024, 16:31</p> <p style="text-align: center;"> <b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT</b></p> <p style="text-align: center;"> <b>SFB 1245</b></p> <p><b>Fragebogen zu Vorstellungen über Tätigkeiten von Physiker_innen im Sonderforschungsbereich 1245</b></p> <p>Liebe Schüler, Lieber Schüler, mit diesem Fragebogen möchten wir etwas über Deine Interessen und Vorstellungen zur Physik erfahren. Mit dem Ausfüllen leistest Du einen direkten Beitrag zur Forschung und hilfst uns dabei die Angebote für Schüler_innen an der TU Darmstadt zu verbessern.</p> <p>Es handelt sich <b>nicht</b> um eine Leistungskontrolle und Deine Antworten bleiben <b>anonym</b>. Bitte gib zu jeder Frage eine ehrliche Antwort.</p> <p>Wir planen, Dich in der Zukunft noch einmal zu befragen. Für die anonyme Zuordnung der Fragebögen wird Dein persönlicher Erkennungscode benötigt:</p> <p><b>Vielen Dank für Deine Mithilfe!</b></p>	<p><b>Seite 01</b></p>
<p><b>1. Dein persönlicher Code</b> Zur anonymen Zuordnung Deiner Aussagen benötigen wir die folgenden Informationen von Dir:</p> <p><b>Was ist...</b></p> <p>Dein Geburtsmonat? <input type="text" value="01-12"/> (z.B. Januar wird zu 01)</p> <p>das Geschlecht, welches Dir bei Deiner Geburt zugeschrieben wurde? <input type="text" value="M/W"/> (z.B. weiblich wird zu W)</p> <p>der erste Buchstabe Deines Nachnamens? <input type="text" value="A-Z"/> (z.B. Schmitt wird zu S)</p> <p>der erste Buchstabe des Vornamens Deiner Mutter (oder einer Person, die ein Mutteramt nächsten kommt)? <input type="text" value="A-Z"/> (z.B. Beate wird zu B)</p> <p>die Anzahl Deiner älteren (z.B. drei ältere Geschwister wird zu 03) Geschwister? <input type="text" value="00-99"/></p>	<p><b>Seite 02</b></p>
<p><b>2. Wie alt bist Du?</b> Ich bin <input type="text"/> Jahre alt.</p> <p><b>3. In welcher Jahrgangsstufe bist Du?</b> Jahrgangsstufe: <input type="text"/> (7. Klasse wird zu 07)</p> <p><b>4. Welche Schulform besuchst Du?</b></p> <p><input type="radio"/> Gymnasium (G8) <input type="radio"/> Gymnasium (G9) <input type="radio"/> Realschule <input type="radio"/> Hauptschule <input type="radio"/> Gesamtschule <input type="radio"/> Andere: <input type="text"/></p> <p><b>5. Welches Geschlecht hast Du?</b></p> <p><input type="radio"/> weiblich <input type="radio"/> männlich <input type="radio"/> divers</p> <p><b>6. Deine letzte Zeugnissnote in Physik (bitte nur ganze Noten angeben)</b></p> <p><input type="radio"/> sehr gut (1) <input type="radio"/> gut (2) <input type="radio"/> befriedigend (3) <input type="radio"/> ausreichend (4) <input type="radio"/> mangelhaft (5) <input type="radio"/> ungenügend (6)</p>	<p><b>Seite 03</b></p>

**Seite 04**

**Tätigkeiten von Physiker\_innen im SFB1245**

Am Fachbereich Physik der Technischen Universität Darmstadt gibt es einen Sonderforschungsbereich (SFB1245), ein Programm für besonders innovative Wissenschaft. Hier arbeiten etwa 100 Physiker\_innen zusammen und erforschen in unterschiedlichen Projekten der Kern- und Astrophysik die Entstehung und den Aufbau von Atomkernen.

Wir möchten gerne von Dir wissen, wie Du Dir den Arbeitsalltag dieser Physiker\_innen vorstellst.

**7. Was machen Physikerinnen und Physiker?**

Bitte beschreibe in Stichpunkten, welche Tätigkeiten ein\_e Physiker\_in in seinem/ihrer Arbeitsalltag Deiner Meinung nach ausführt.

Ein\_e Physiker\_in beschäftigt sich regelmäßig damit...

8. Bitte kreuze zu jeder genannten Tätigkeit an, wie häufig sie ein Physiker/eine Physikerin Deiner Meinung nach in seinem/ihrer Arbeitsalltag an der Universität ausführt. Wenn Du den Arbeitsalltag von verschiedenen Physiker\_innen beschreiben möchtest, kannst Du den folgenden Abschnitt auch mehrmals ausfüllen.

**Ein Physiker/ Eine Physikerin beschäftigt sich damit...**

	nie	sehr häufig	weiß ich nicht
Arbeitsschutzmaßnahmen durchsetzen/sich darin weiterzubilden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Experimente an anderen (internationalen) Standorten zu unterstützen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
bestehende Computersoftware für seine/ihre Experimente anzuwenden/ zu erweitern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ein Experiment aufzubauen/ umzubauen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Experimente durchzuführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daten mit Kolleg_innen zu interpretieren/zus diskutieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kundenaufträge zu bearbeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorlesungen/Seminare vor- und nachzubereiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
das Labor aufzuräumen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ein Experiment zu planen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materialien/Bauteile zu bestellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagefilm/Presse).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Studierende beim Experimentieren zu betreuen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anträge für Forschungsgelder zu stellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Organisationales in einer Projekt-/Arbeitsgruppe zu besprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
hergestellte Produkte zu vermarkten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Übungsaufgaben zu erstellen/mit Studierenden zu besprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorlesungen/Seminare zu halten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doktorand_innen (Nachwuchswissenschaftler_innen) bei deren Forschung zu betreuen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
technische Geräte zu bedienen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker_innen zu schreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Prüfungen durchzuführen.
- Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/ zu berechnen.
- Poster oder Vorträge zu gestalten.
- sich neue Forschungsprojekte auszudenken.
- Verkaufsgespräche mit Kund\_innen zu führen.
- wissenschaftliche Literatur zu schreiben.
- Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten.
- wissenschaftliche Literatur zu lesen.
- an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen.
- Veranstaltungen zu organisieren.
- eine Präsentation vor anderen Physiker\_innen zu halten.
- neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren.
- sich mit (inter-) nationalen Kolleg\_innen über die Forschung auszutauschen.
- 3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen.
- sich mit Kolleg\_innen an der Universität über die Forschung auszutauschen.
- einen Kostenvoranschlag für Kund\_innen zu erstellen.
- sich weiterzubilden/zu lernen.
- Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen.
- Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker\_innen zu schreiben.
- Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen.
- physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen.
- Abschlussarbeiten von Studierenden oder Doktorand\_innen (Nachwuchswissenschaftler\_innen) zu bewerten/ zu begutachten.

**9. Wenn Du im letzten Abschnitt an eine\_n bestimmte\_n Physiker\_in gedacht hast, kannst Du diese\_n hier kurz beschreiben.**  
Ansonsten kannst Du diese Frage überspringen.

**10. Persönlicher Bezug**  
Ich kenne persönlich jemanden der/die als Physiker\_in arbeitet

- ja  
 nein

**11. Tätigkeiten von Physiker\_innen**  
Bitte schätze ein, wie viel Du über die Tätigkeiten von Physiker\_innen weißt.  
Über die Tätigkeiten von Physiker\_innen weiß ich viel/nichts



wenig      viel

**Seite 06**  
jump1

**12. Beschreibung weiterer Gruppen?**  
Möchtest Du die Fragen zu den Tätigkeiten für eine\_n weitere\_n Physiker\_in im SFB ausfüllen?

- ja  
 nein

13. Bitte kreuze zu jeder genannten Tätigkeit an, wie häufig Sie ein Physiker/ eine Physikerin Deiner Meinung nach in seinem Arbeitstag an der Universität ausführt.		<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>nie</span> <span>sehr häufig</span> <span>weiß ich nicht</span> </div>				
<b>Ein Physiker/ Eine Physikerin beschäftigt sich damit...</b>						
Arbeitsschutzmaßnahmen durchzusetzen/sich darin weiterzubilden.						
Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen zu erstellen.						
Experimente an anderen (internationalen) Standorten zu unterstützen.						
genaue Einstellung von experimentellen Aufbauten und Probemessungen vorzunehmen.						
bestehende Computersoftware für seine/ihre Experimente anzuwenden/ zu erweitern.						
ein Experiment aufzubauen/ umzubauen.						
Anträge für die Nutzung von Großexperimenten zu stellen.						
Experimente durchzuführen.						
Daten mit Kolleg_innen zu interpretieren/zu diskutieren.						
Kundenaufträge zu bearbeiten.						
Vorlesungen/Seminare vor- und nachzubereiten.						
das Labor aufzuräumen.						
ein Experiment zu planen.						
Materialien/Bauteile zu bestellen.						
Verwaltungsaufgaben der Universität zu übernehmen.						
sich um Personalangelegenheiten zu kümmern (Einstellungsgespräche usw.).						
Öffentlichkeitsarbeit zu machen (Poster/Imagellin/Presse).						
Studierende beim Experimentieren zu betreuen.						
Anträge für Forschungsgelder zu stellen.						
Organisatorisches in einer Projekt-/Arbeitsgruppe zu besprechen.						
hergestellte Produkte zu vermarkten.						
Berichte über die Verwendung von Forschungsgeldern zu schreiben.						
Anträge für die Nutzung von Hochleistungsrechnern zu stellen.						
Übungsaufgaben zu erstellen/mit Studierenden zu besprechen.						
Vorlesungen/Seminare zu halten.						
Doktorand_innen (Nachwuchswissenschaftler_innen) bei deren Forschung zu betreuen.						
technische Geräte zu bedienen.						
Gutachten zu Forschungsanträgen von anderen Physiker_innen zu schreiben.						
Prüfungen durchzuführen.						
Gleichungen mit Stift und Papier herzuleiten/ zu berechnen.						
Poster oder Vorträge zu gestalten.						
sich neue Forschungsprojekte auszudenken.						
Verkaufsgespräche mit Kund_innen zu führen.						
wissenschaftliche Literatur zu schreiben.						
Daten am Computer aufzunehmen und auszuwerten.						
wissenschaftliche Literatur zu lesen.						
an Tagungen oder Konferenzen teilzunehmen.						
Veranstaltungen zu organisieren.						
eine Präsentation vor anderen Physiker_innen zu halten.						
neue Software für theoretische Berechnungen zu programmieren.						
sich mit (inter-) nationalen Kolleg_innen über die Forschung auszutauschen.						
3D-Zeichnungen am Computer zu erstellen.						
sich mit Kolleg_innen an der Universität über die Forschung auszutauschen.						
einen Kostenvoranschlag für Kund_innen zu erstellen.						
sich weiterzubilden/zu lernen.						
Abschlussarbeiten von Studierenden zu betreuen.						
Gutachten zu wissenschaftlicher Literatur von anderen Physiker_innen zu schreiben.						
Gleichungen am Computer herzuleiten/zu berechnen.						
physikalische Prozesse durch Computersimulationen zu untersuchen.						
Abschlussarbeiten von Studierenden oder Doktorand_innen (Nachwuchswissenschaftler_innen) zu bewerten/ zu begutachten.						
<b>14. Wenn Du möchtest kannst Du die Person, deren Tätigkeiten du eben genannt hast, genauer beschreiben.</b> Solltest Du keine besondere Person beschrieben haben, kannst Du diese Frage überspringen.						

**18. Interesse an der Projektwoche**

	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Dass ich an der Projektwoche teilgenommen habe, ist mir persönlich wichtig.	<input type="radio"/>				
Die Projektwoche war nicht langweilig.	<input type="radio"/>				
Bei der Projektwoche bin ich auf neue Ideen gekommen.	<input type="radio"/>				
Während der Projektwoche verging die Zeit schnell.	<input type="radio"/>				
Dass ich an der Projektwoche teilgenommen habe, erscheint mir sinnvoll.	<input type="radio"/>				
Die Projektwoche hat mir Spaß gemacht.	<input type="radio"/>				
Die Projektwoche war für mich interessant.	<input type="radio"/>				
Die Inhalte der Projektwoche waren für mich wertvoll.	<input type="radio"/>				
Ich würde gerne mehr über den Forschungsalltag von Physiker_innen erfahren.	<input type="radio"/>				
Bei der Projektwoche habe ich interessante Anregungen erhalten.	<input type="radio"/>				
Solche Angebote wie die Projektwoche würde ich gerne häufiger wahrnehmen.	<input type="radio"/>				

**15. Lieblingsfach**  
Die folgenden Schulfächer machen mir – unabhängig von der Lehrkraft – Spaß

	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig	hatte ich noch nicht
Deutsch	<input type="radio"/>					
Chemie	<input type="radio"/>					
Englisch	<input type="radio"/>					
Physik	<input type="radio"/>					
Biologie	<input type="radio"/>					
Geschichte	<input type="radio"/>					
Mathematik	<input type="radio"/>					
Informatik	<input type="radio"/>					

**16. Interesse an Physik**

	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Auch außerhalb der Schule interessieren mich physikalische Themen.	<input type="radio"/>				
Es macht mir Spaß an einem physikalischen Problem zu knabbeln.	<input type="radio"/>				
Wenn ich physikalische Aufgaben bearbeite, merke ich manchmal gar nicht, wie die Zeit verfliegt.	<input type="radio"/>				
Ich bin bereit, auch Freizeit zu verwenden, wenn ich etwas in Physik dazulernen kann.	<input type="radio"/>				

**17. Interesse am Physikunterricht**

	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
Der Physikunterricht macht mir Spaß.	<input type="radio"/>				
Die Themen des Physikunterrichts interessieren mich.	<input type="radio"/>				
Ich spreche mit Freunden, Eltern oder Geschwistern über die Dinge, die ich im Physikunterricht gelernt habe.	<input type="radio"/>				
Im Physikunterricht fühle ich mich wohl.	<input type="radio"/>				

**19. Physik als Unterrichtsfach**  
Wie schätzt Du das Unterrichtsfach Physik ein? Bitte gib zu jedem Wortpaar eine Einschätzung ab.

Physikunterricht ist...

unwichtig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	wichtig
unproduktiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	produktiv
unkreativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	kreativ
statisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	dynamisch
abgeschlossen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	offen
rückschrittlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fortschrittlich
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ

**20. Physik als Wissenschaft**  
Wie schätzt Du die Physik als Naturwissenschaft ein? Bitte gib zu jedem Wortpaar eine Einschätzung ab.

Die Naturwissenschaft Physik ist...

unwichtig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	wichtig
unproduktiv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	produktiv
unkreativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	kreativ
statisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	dynamisch
abgeschlossen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	offen
rückschrittlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	fortschrittlich
konservativ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	innovativ

**21. Berufsinteresse**  
Im folgenden findest Du verschiedene Tätigkeiten. Bitte gib zu jeder Tätigkeit an, wie sehr du an deren Ausführung in deinem späteren Beruf interessiert bist.

In meinem späteren Beruf möchte ich gerne..

Experimente aufbauen/ umbauen.	<input type="radio"/>	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig				
Experimente durchführen.	<input type="radio"/>									
etwas Neues (Physikalisches) erforschen.	<input type="radio"/>									
physikalische Daten am Computer auswerten.	<input type="radio"/>									
Graphen/Diagramme/Bilder für Veröffentlichungen erstellen.	<input type="radio"/>									
Poster oder Vorträge gestalten.	<input type="radio"/>									
anderen Personen etwas beibringen.	<input type="radio"/>									
andere Personen bei Ihrem Lernprozess unterstützen.	<input type="radio"/>									
mich um Personal- und Finanzfragen (Geldfragen) kümmern.	<input type="radio"/>									
an Arbeits-/ Projektmeetings teilnehmen.	<input type="radio"/>									
Verwaltungsaufgaben übernehmen.	<input type="radio"/>									
Anträge für Forschungsmittel stellen.	<input type="radio"/>									
einen Vortrag vor anderen Forschern halten.	<input type="radio"/>									
mich mit Kolleg_innen über die Forschung austauschen.	<input type="radio"/>									

**22. Physik und Naturwissenschaft als zukünftiges Berufsfeld**  
Bitte gib zu jeder Aussage an, wie sehr Du ihr zustimmst.

Ohne naturwissenschaftliches Grundwissen kann ich in der heutigen Arbeitswelt nichts werden.	<input type="radio"/>	stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig				
Naturwissenschaftliches Grundwissen benötige ich für die Arbeitswelt.	<input type="radio"/>									
Beruflich möchte ich nichts mit Naturwissenschaften zu tun haben.	<input type="radio"/>									
Eine Arbeit im naturwissenschaftlichen Bereich ist für mich ausgeschlossen.	<input type="radio"/>									
Beruflich möchte ich nichts mit Physik zu tun haben.	<input type="radio"/>									
Eine Arbeit im physikalischen Bereich ist für mich ausgeschlossen.	<input type="radio"/>									

**Seite 13**

**23. Authentizität**

Bitte gib zu den folgenden Aussagen an, wie sehr Du ihnen zustimmst.

stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt teilweise	stimmt ziemlich	stimmt völlig
-----------------	-----------------	---------------------	--------------------	------------------

Ich habe in der Projektwoche einen Einblick in den Berufsalltag von Physiker\_Innen bekommen.

Ich habe in der Projektwoche ein Gefühl dafür bekommen, wie Forschung funktioniert.

Ich habe in der Projektwoche etwas über die Ziele physikalischer Forschung gelernt.

Ich habe mich selbst in der Projektwoche als Physiker\_in wahrgenommen.

**Seite 14**

**24. Hast Du noch weitere Anmerkungen oder Fragen?**

**Letzte Seite**

**Vielen Dank für Deine Teilnahme!**

Wir möchten uns ganz herzlich für Deine Mithilfe bedanken.

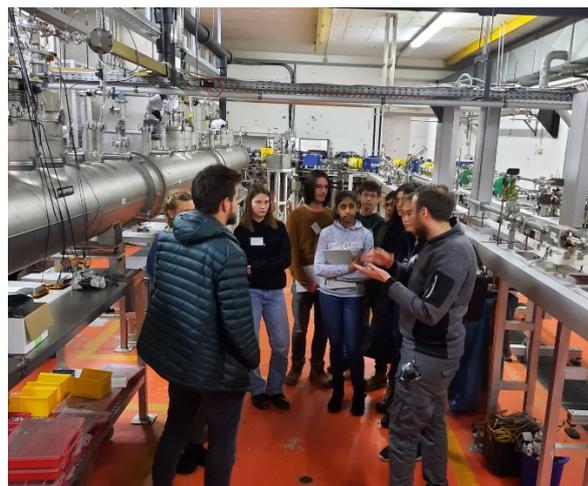
Deine Antworten wurden gespeichert, Du kannst das Browser-Fenster nun schließen.

Moritz Kriegel – 2023

---

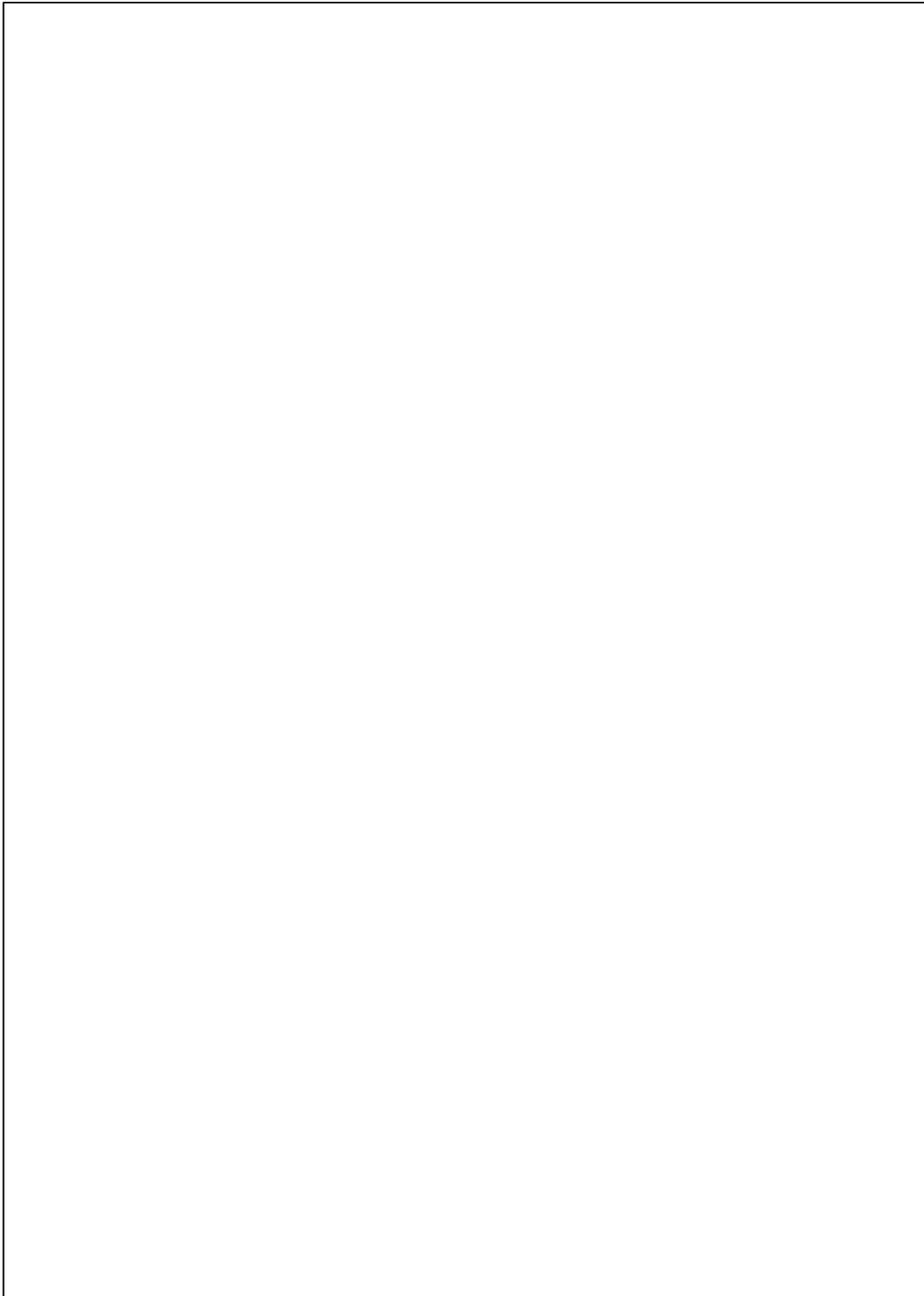
## A9 Bildimpressionen der Projektwoche „Young Physicists @ TU Darmstadt“

Von allen abgebildeten Personen liegen Fotofreigaben vor.



---

## Lebenslauf Moritz Kriegel



## MORITZ KRIEDEL

## PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

### ■ TAGUNGSBEITRÄGE MIT VERÖFFENTLICHUNG

#### **Vortrag ESERA-Conference 2023:**

Kriegel, M. & Spatz, V. (2023). *Students' perception of physicists' work: Paper presented: ESERA 2023 Conference: Connecting Science Education with Cultural Heritage*. Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Nevşehir.

#### **Vortrag GDCP Jahrestagung 2023:**

Kriegel, M. & Spatz, V. (2024). Authentische Vermittlung des Forschungsalltages in der Physik. In H. van Vorst (Vorsitz), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung. Symposium im Rahmen der Tagung von Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*, Hamburg.

#### **Poster DPG Frühjahrstagung 2023:**

Weiss, B., Kriegel, M., Spatz, V. (2023) Entwicklung eines 360° Serious Games zu Tätigkeiten von Forschenden in der Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 1 (1)*, 287-291. Abgerufen von <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1375>

#### **Vortrag GIREP-Conference 2022:**

Kriegel, M. & Spatz, V. (2024). Development of a RIASEC-based model to analyse students' perceptions of the work of nuclear- and astrophysicists. *Journal of Physics: Conference Series*, 2750, Artikel 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2750/1/012034>

#### **Poster GDCP Jahrestagung 2022:**

Kriegel, M., Spatz, V. (2023) Schülerexperimente zu Themen der Kern- und Astrophysik im SFB 1245. In Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP) (Ed.), *Tagungsband "Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt", 49. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP)* (pp. 782-785). Essen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP).

#### **Poster DPG Frühjahrstagung 2022:**

Kriegel, M., & Spatz, V. (2022). Vorstellungen von Schüler\_innen zur Tätigkeit von Forschenden in der Physik. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 1. Abgerufen von <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1255>

#### **Poster DPG Frühjahrstagung 2021:**

Kriegel, M., & Spatz, V. (2021). Physik und Sport - Kontextorientierte Unterrichtsmaterialien zur Förderung des Interesses am Mechanikunterricht. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*, 1. Abgerufen von <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1134>

---

## Erklärungen laut Promotionsordnung

### **§8 Abs. 1 lit. c PromO**

Ich versichere hiermit, dass die elektronische Version meiner Dissertation mit der schriftlichen Version übereinstimmt.

### **§8 Abs. 1 lit. d PromO**

Ich versichere hiermit, dass zu einem vorherigen Zeitpunkt noch keine Promotion versucht wurde. In diesem Fall sind nähere Angaben über Zeitpunkt, Hochschule, Dissertationsthema und Ergebnis dieses Versuchs mitzuteilen.

### **§9 Abs. 1 PromO**

Ich versichere hiermit, dass die vorliegende Dissertation selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen verfasst wurde.

### **§9 Abs. 2 PromO**

Die Arbeit hat bisher noch nicht zu Prüfungszwecken gedient.

Darmstadt, den 01.07.2024

---

Moritz Kriegel