

Studien zum Physik- und Chemielernen

M. Hopf, H. Niedderer, M. Ropohl, E. Sumfleth [Hrsg.]

307

Nikola Schild

Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

Diese Reihe im Logos Verlag Berlin lädt Forscherinnen und Forscher ein, ihre neuen wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen im Kontext einer Vielzahl von bereits erschienenen Arbeiten zu quantitativen und qualitativen empirischen Untersuchungen sowie evaluativ begleiteten Konzeptionsentwicklungen zu veröffentlichen. Die in den bisherigen Studien erfassten Themen und Inhalte spiegeln das breite Spektrum der Einflussfaktoren wider, die in den Lehr- und Lernprozessen in Schule und Hochschule wirksam sind.

Die Herausgeber hoffen, mit der Förderung von Publikationen, die sich mit dem Physik- und Chemielernen befassen, einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Verbesserung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 307

Nikola Schild

**Eignung von domänenspezifischen
Studieneingangsvariablen als
Prädiktoren für Studienerfolg im
Fach und Lehramt Physik**

Logos Verlag Berlin



Studien zum Physik- und Chemielernen

Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.



© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2021

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5226-8

ISSN 1614-8967

Logos Verlag Berlin GmbH
Georg-Knorr-Str. 4, Geb. 10
D-12681 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<https://www.logos-verlag.de>

Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik

Dissertation
zur Erlangung des Grades
einer Doktorin der Naturwissenschaften
am Fachbereich Physik
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Nikola Schild

aus
Berlin

Berlin, 2020

Erster Gutachter: Prof. Dr. Volkhard Nordmeier
Zweite Gutachterin: Prof. Dr. Thorid Rabe

Kurzfassung

Die niedrigen Studienerfolgsquoten im Fach und Lehramt Physik an deutschen Hochschulen erfordern verschiedene Maßnahmen zu ihrer Steigerung. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit sollen kognitive und nicht-kognitive Faktoren identifiziert werden, die sich speziell zur Vorhersage von Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik zu Studienbeginn eignen.

Dazu wurde ein zweiteiliges Testinstrument, bestehend aus einem Vorwissenstest in Mathematik und Physik zur Erfassung kognitiver Faktoren, sowie einem Test zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen zur Erfassung nicht-kognitiver Faktoren entwickelt und evaluiert.

Für den Vorwissenstest wurden Aufgaben konzipiert, die studiengangsrelevante Inhalte erfragen, die mit dem Schulwissen von Studienanfänger*innen lösbar sind. In zweifacher Pilotierung ($N_1 = 313$, $N_2 = 164$) wurden diese Aufgaben bei Studienanfänger*innen eingesetzt und in einer Rasch-Analyse hinsichtlich ihrer Eignung zur Messung von Vorwissen untersucht und entsprechend überarbeitet. Daraus resultierte ein Testteil aus 15 Physik- und 16 Mathematikaufgaben.

Als Grundlage zur Entwicklung des Tests zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen wurden bereits bestehende studiengangscharakterisierende Items hinsichtlich ihrer aktuellen Relevanz für den Studiengang selektiert und überarbeitet. Innerhalb einer Expert*innen-Onlinebefragung ($N = 145$) wurden die Items im Hinblick auf ihre Bedeutsamkeit für einen Studienerfolg eingeordnet und entsprechend ausgewählt. Die resultierenden Items wurden sowohl explorativ ($N = 251$) als auch konfirmatorisch ($N = 247$) faktoriell analysiert, um dahinterliegende Konstrukte zu identifizieren. Hierzu wurde der Fragebogen bei Studierenden an 15 Standorten in Deutschland eingesetzt. Die strukturelle Analyse der Items ergab, dass sich nur wenige Items zu Konstrukten zusammenfassen ließen, die jedoch ein gut messendes, achtfaktoriges Modell ergaben.

Beide Testteile wurden bei einer Studienanfänger*innenkohorte des Fachs und Lehramts Physik an der Freien Universität Berlin zum Einsatz gebracht ($N = 116$) und die Ergebnisse mit dem Studienverbleib nach drei Semestern abgeglichen, um die Prognosekraft der gemessenen Variablen und Konstrukte auf den Studienerfolg schätzen zu können. Hier konnten jedoch nur wenig neue Ergebnisse erzielt werden. Das evaluierte, achtfaktorielle Modell konnte nicht auf den neuen Datensatz angewendet werden, was eine massive Reduktion des Modells mit sich brachte. Die Ursache für die schlechte Modellpassung wird in der Wahl der Validierungsstichprobe und in der Herangehensweise für die Itementwicklung vermutet.

In einer hierarchisierten Probit-Regression im Rahmen einer Strukturgleichungsmodellierung zeigte sich nur der Physikvorwissenstest in Verbindung mit der Hochschulzugangsberechtigungsnote als signifikanter Prädiktor für den Studienerfolg in Form des Studienverbleibs nach drei Semestern. Dieses Ergebnis stellt im Wesentlichen eine Replikation bekannter Ergebnisse dar, da keine neuen prädiktiven Konstrukte identifiziert werden konnten.

In der Analyse der verbliebenen Einzelitems konnten erste Hinweise darauf entdeckt werden, dass sich lernzielorientierte Einstellungen positiv auf den Studienerfolg auswirken können. Inwieweit sich das Konstrukt *Lernzielorientierung* hinter den möglicherweise relevanten Aspekten verbirgt und wie groß der Einfluss davon tatsächlich auf den Studienerfolg ist, bleibt ein Desideratum für nachfolgende Studien.

Abstract

Action is required to address the low graduation rates of German undergraduate physics students. The goal of this research is to identify specific relevant cognitive and non-cognitive constructs for predicting college success.

To predict college success, a two part questionnaire was developed and evaluated. The first part of the survey measures previous knowledge in math and physics, the second measures domain specific success critical behavior and attitudes towards each subject.

The previous knowledge test consists of items assessing course relevant knowledge, solvable by high-school graduates. The items were piloted twice on college freshmen ($N_1 = 313$, $N_2 = 164$) and evaluated and revised by a Rasch-analysis to assess their fit. This resulted in 15 physics and 16 math well-fitting items.

For the domain specific success critical behavior and attitude test, existing course-characterizing items were selected and revised with regard to their current relevance to the course. In an online survey of experts ($N = 145$), the items were classified in terms of their significance for college success and selected accordingly. To identify underlying constructs the relevant items they were analyzed both exploratory ($N = 251$) and confirmatory ($N = 247$). The questionnaire was administered to students at 15 locations in Germany. The structural analysis of the items showed that only a few could be combined into constructs, resulting in a valid, eight-factor model.

Both parts of the questionnaire were used by physics and physics-education college freshman at the Freie Universität Berlin ($N = 116$). To determine the predictive power of the measured variables on the college success, the results were compared to the attendance of the students after three semesters. However, only very limited results could be achieved here. The evaluated eight-factor model could not be applied to the new data set, which resulted in a massive reduction of the model. The reason for the poor model fit is assumed in the choice of the validation sample and in the approach for the item development.

In the hierarchical probit regression within a structural equation modeling, only the previous knowledge in physics in connection with high-school Grade Point Average (GPA) was a significant predictor of college success represented by student attendance after three semesters. Considering no new predictive constructs could be identified, this result supports the findings of previous research.

Analysis of the remaining items, suggests learning-goal-oriented attitudes may have a positive effect on college success, and should be explored by future research.

Danksagung

Ich danke zunächst meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Volkhard Nordmeier. Danke für die freundlichen und motivierenden Gespräche zu allen Anliegen meiner Dissertation und Ihre Unterstützung dabei, dieses Ziel zu erreichen. Frau Prof. Dr. Thorid Rabe, Ihnen danke ich ebenfalls, für die freundliche Unterstützung als Gutachterin und Ihre ermutigenden Worte.

Besonderer Dank gilt der Deutschen Telekom Stiftung (DTS), ohne die dieses Projekt nicht zustande gekommen wäre.

Ebenso bedanke ich mich bei allen, die bei der Realisierung der Studie involviert waren. Dazu gehören zu allererst die Studierenden, die sich als Proband*innen für meine Studie zur Verfügung gestellt haben, ebenso, wie die Dozierenden der Veranstaltungen, die ihre wertvolle Vorlesungs- oder Übungszeit für meine Erhebungen geopfert haben. Außerdem waren maßgeblich an der Umsetzung meiner Studie diejenigen beteiligt, die an fremden Standorten meine Befragung betreut haben, sowie die Expert*innen, die an der Fragebogenentwicklung teilgenommen haben. Danke an Sie und euch alle!

Des Weiteren danke ich Bahar, Richard und Alexander dafür, dass sie große Teile des Dateneinlesens übernommen haben.

Außerordentlicher Dank gebührt selbstverständlich meinen lieben Doktorand*innengeschwistern Luzi, Helen, Joachim, Tobias, Daniel, Philipp, Julia, René, Dorothee, Volker, Novid und Christine, die mich in netten und konstruktiven Diskussionen auf neue Ideen gebracht haben und mir so manches Mal auch aus emotionalen Tälern geholfen haben. Daniel, dir danke ich nicht nur für die schöne gemeinsame Zeit in der wir unser Büro teilten, sondern vor allem für deine geduldige und konstruktive methodische Unterstützung. Ebenso danke ich Volker und Philipp für ihren methodischen Beistand sowie René und Cory für ihren hilfreichen Leseenthusiasmus.

Ein weiterer Dank gilt der gesamten Arbeitsgruppe der Didaktik der Physik, die durch ihren herzlichen Umgang und die fröhlichen Kuchenrunden meine Promotionszeit zu einem besonders schönen Kapitel gemacht haben.

Ich möchte meiner gesamten Familie und meinen Freund*innen dafür danken, dass sie Teil meines Lebens sind und mich über die gesamte Dissertationszeit begleitet haben und mir immer zur Seite standen, vor allem meiner lieben Schwester Anika.

Meinen Eltern gilt ein besonderer Dank, ihr habt mich mein Leben lang in allem liebevoll unterstützt, so auch bis zur letzten Seite meiner Dissertation.

Außerdem danke ich meinen Schwiegereltern dafür, dass sie in meiner Elternzeit meinen Sohn so häufig betreut haben und mir damit die Arbeit an meiner Dissertation überhaupt ermöglicht haben.

Abschließend danke ich von ganzem Herzen meinem Ehemann, Tobias. Ohne dich wäre das alles nicht möglich gewesen. Du warst mein Fels und wurdest Tag für Tag Teil meiner emotionalen Achterbahn. Du hast viel investiert, um die letzte Phase meiner Dissertation finanziell möglich zu machen. Du hast auf Freizeit und Urlaub verzichtet und deine Bedürfnisse stets ganz hinten angestellt, um mir die Beendigung dieses Projekts zu ermöglichen. Dir und unserem geliebten Sohn sei diese Arbeit gewidmet.

Inhalt

KURZFASSUNG	3
ABSTRACT	4
DANKSAGUNG	5
EINLEITUNG	11
ABSCHNITT I	
FORSCHUNGSHINTERGRUND	
1 THEORETISCHER HINTERGRUND	15
1.1 STUDIENERFOLG, SCHWUND UND PARKSTUDIENDE (BEGRIFFSKLÄRUNG).....	15
1.2 ERHEBUNGEN VON STUDIENERFOLGSQUOTEN	20
1.2.1 <i>Studienerfolgsquoten nach der HIS und des DZHW</i>	20
1.2.2 <i>Physikstudierendenquoten nach der KFP</i>	23
1.3 MODELLE ZUR ERKLÄRUNG VON STUDIENERFOLG.....	28
1.3.1 <i>Das Conceptual Schema for Dropout from College nach Tinto (1975)</i>	28
1.3.2 <i>Das allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs nach Thiel et al. (2008)</i>	29
1.3.3 <i>Das allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs modifiziert und erweitert nach Albrecht (2011)</i>	31
1.3.4 <i>Modell des Zusammenhangs von Studierendenauswahl und Ausbildungs- bzw. Berufserfolg nach Blömeke (2009)</i>	32
1.3.5 <i>Das Modell des Studienabbruchprozesses nach Heublein et al. (2010)</i>	33
1.3.6 <i>Gemeinsamkeiten der Modelle und forschungsleitendes Rahmenmodell</i>	35
2 STAND DER FORSCHUNG	37
2.1 STAND DER FORSCHUNG ZU ABBRUCHMECHANISMEN IM STUDIUM	38
2.1.1 <i>Ursachen für Studienabbrüche nach Blüthmann et al. (2008)</i>	38
2.1.2 <i>Identifikation von Ursachen für einen Studienabbruch nach Albrecht (2011)</i>	39
2.2 FORSCHUNGSSTAND ZUR VORHERSAGE VON STUDIENERFOLG.....	41
2.2.1 <i>Entwicklung von Bedingungen für Studienleistungen nach Schiefele et al. (2007)</i>	41
2.2.2 <i>Die Bedeutung von Schulnoten als Erfolgsprädiktor nach Trapmann et al. (2007)</i>	42
2.2.3 <i>Der Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg im Fach Chemie nach Freyer (2013)</i>	43
2.2.4 <i>Studienerfolgsvorhersage im Fach Mathematik nach Blömeke (2009)</i>	44
2.2.5 <i>Eingangsvoraussetzungen und Studienerfolg im Fach Biologie von Schachtschneider (2016)</i>	46
2.2.6 <i>Identifikation von Risikofaktoren im Fach Physik nach Albrecht (2011)</i>	48
2.2.7 <i>Die Bedeutung der Studierfähigkeit im Physikstudium nach Sorge et al. (2016)</i>	49
2.2.8 <i>Einfluss von Fachwissen und Fachkompetenz auf den Studienerfolg in Physik nach Buschhüter et al. (2017)</i>	50
2.2.9 <i>Der Zusammenhang von Modellierungskompetenz und Studienerfolg in Physik nach Müller (2019)</i>	50
2.3 PRÄDIKTOREN UND URSACHEN FÜR EINEN STUDIENABBRUCH	51
2.3.1 <i>Ursachen für Studienabbruch</i>	52
2.3.2 <i>Kognitive Prädiktoren für den Studienerfolg</i>	56
2.3.3 <i>Nicht-kognitive Prädiktoren für den Studienerfolg</i>	62
2.4 EXKURS: DIE CHARAKTERISTIKA EINES PHYSIK-BACHELORSTUDIUMS	66
3 FORSCHUNGSBEDARF UND DESIDERATA / FORSCHUNGSFRAGEN	69
3.1 STUDIENDESIGN UND OPERATIONALISIERUNG VON STUDIENERFOLG	71

ABSCHNITT II TESTKONSTRUKTION UND EVALUATION

4	ENTWICKLUNG DES VORWISSENSTESTS ZUR ERFASSUNG KOGNITIVER PRÄDIKTOREN 77	77
4.1	ENTWICKLUNG DER AUFGABEN FÜR DEN FACHSPEZIFISCHEN LEISTUNGSTEST	77
4.1.1	<i>Entwicklung der Mathematikaufgaben</i>	77
4.1.2	<i>Entwicklung der Physikaufgaben</i>	79
4.2	ERSTE PILOTIERUNG DER TESTAUFGABEN	80
4.2.1	<i>Durchführung und Auswertung der ersten Testpilotierung</i>	80
4.2.2	<i>Ergebnisse der ersten Testpilotierung</i>	84
4.2.3	<i>Diskussion der ersten Testpilotierung</i>	91
4.3	ZWEITE PILOTIERUNG DER TESTAUFGABEN.....	91
4.3.1	<i>Durchführung und Auswertung der zweiten Testpilotierung</i>	92
4.3.2	<i>Ergebnisse der zweiten Testpilotierung</i>	92
4.3.3	<i>Diskussion der zweiten Testpilotierung</i>	103
5	ENTWICKLUNG DES TESTS ZU DOMÄNENSPEZIFISCHEN ERFOLGSKRITISCHEN VERHALTENSWEISEN UND EINSTELLUNGEN ZUR ERFASSUNG NICHT-KOGNITIVER PRÄDIKTOREN 105	105
5.1	ITEMENTWICKLUNG ALS VORARBEIT DURCH SCHMIDT UND NORDMEIER (2009).....	105
5.1.1	<i>Durchführung der Itementwicklung</i>	106
5.1.2	<i>Ergebnisse der Itementwicklung</i>	108
5.1.3	<i>Diskussion zur Itementwicklung</i>	108
5.2	EVALUATION DER TESTITEMS BEZÜGLICH DES INHALTLICHEN UMFANGS (EXPERT*INNENDISKUSSION).....	109
5.2.1	<i>Vorgehen bei der Itemselektion in der Expert*innendiskussion</i>	109
5.2.2	<i>Ergebnisse der Itemselektion in der Expert*innendiskussion</i>	110
5.2.3	<i>Diskussion zur Itemselektion in der Expert*innendiskussion</i>	110
5.3	EVALUATION DER ITEMS HINSICHTLICH DES INHALTLICHEN UMFANGS UND DER VOLLSTÄNDIGKEIT (ONLINEBEFRAGUNG VON EXPERT*INNEN)	111
5.3.1	<i>Methode zur Erfassung des inhaltlichen Umfangs</i>	111
5.3.2	<i>Ergebnisse der Erfassung des inhaltlichen Umfangs</i>	113
5.3.3	<i>Diskussion zum inhaltlichen Umfang</i>	116
5.4	SPRACHLICHE EINDEUTIGKEIT UND VERSTÄNDLICHKEIT (KOGNITIVE INTERVIEWS)	117
5.4.1	<i>Methode zur Erfassung der sprachlichen Verständlichkeit</i>	117
5.4.2	<i>Ergebnisse zur Erfassung der sprachlichen Verständlichkeit</i>	118
5.4.3	<i>Diskussion zur sprachlichen Verständlichkeit</i>	119
5.5	STRUKTURELLE TESTEIGENSCHAFTEN: MODELLBILDUNG (EFA)	120
5.5.1	<i>Methode zur Modellbildung</i>	121
5.5.2	<i>Ergebnisse der Modellbildung</i>	125
5.5.3	<i>Diskussion zur Modellbildung</i>	130
5.6	STRUKTURELLE TESTEIGENSCHAFTEN: MODELLKONSOLIDIERUNG (CFA)	133
5.6.1	<i>Methode zur Modellkonsolidierung</i>	133
5.6.2	<i>Ergebnisse der Modellkonsolidierung</i>	134
5.6.3	<i>Zusammenfassung und Diskussion zur Modellkonsolidierung</i>	141

ABSCHNITT III EINSATZ DES TESTINSTRUMENTS

6	ERFASSUNG KOGNITIVER UND NICHT-KOGNITIVER FAKTOREN ZUR PRÄDIKTION VON STUDIENERFOLG	147
6.1	METHODE ZUM EINSATZ UND ZUR AUSWERTUNG DES TESTS.....	148
6.2	ERGEBNISSE	155
6.2.1	<i>Ergebnis 1: Einzelregressionen der Faktoren auf den Studienerfolg</i>	159
6.2.2	<i>Ergebnis 2: Hierarchisierte Regression innerhalb des SEM</i>	160
6.2.3	<i>Ergebnis 3: Mittelwertvergleich der verbliebenen Einzelitems zwischen erfolgreich und nicht erfolgreich Studierenden</i>	162
6.3	EINORDNUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISLAGE IN BEZUG AUF DIE FORSCHUNGSFRAGEN.....	164
6.3.1	<i>Interpretation und Diskussion zu Ergebnis 1: Einzelregressionen der Faktoren auf Studienerfolg</i>	164
6.3.2	<i>Interpretation und Diskussion zu Ergebnis 2: Hierarchisierte Regression im SEM</i>	168

6.3.3	<i>Interpretation zu Ergebnis 3: Mittelwertvergleich der verbliebenen Einzelitems von latentem Dropout und aktiv Studierenden</i>	171
6.3.4	<i>Limitationen des Studiendesigns und der Ergebnisse</i>	176
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	185
	LITERATURVERZEICHNIS	189
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	205
	TABELLENVERZEICHNIS	209
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	211
	PUBLIKATIONSLISTE	213
ANHANG		215
	A DARSTELLUNG DER MATHEMATIK- UND PHYSIKAUFGABEN MIT KENNWERTEN DER RASCHANALYSE UND ICCs	215
	B DARSTELLUNG DER ITEMS MIT DEN JEWEILIGEN FAKTORLADUNGEN UND FAKTORZUGEHÖRIGKEITEN	249
	C FRAGEBOGEN VOM ERSTEN EINSATZ DES TESTINSTRUMENTS	255
	D FRAGEBOGEN ZUR ONLINE-EXPERT*INNENBEFRAGUNG	270

Einleitung

Durch die Unterzeichnung der Bologna-Erklärung im Jahr 1999 fand eine umfassende Neustrukturierung des Hochschulsystems statt. Die Einführung von Leistungspunkten und einem modularisierten und gestuften Bachelor-Master-System sollte nicht nur die internationale Vergleichbarkeit der Studienabschlüsse und einen erleichterten Hochschulwechsel zwischen den beteiligten Ländern gewährleisten, sondern auch „zu kürzeren Studienzeiten, deutlich höheren Erfolgsquoten sowie zu einer nachhaltigen Verbesserung der Berufsqualifizierung und der Arbeitsmarktfähigkeit der Absolventen bei [-tragen]“ (KMK 2003, S. 2). Tatsächlich konnte nach der Reform zunächst deutschlandweit ein Rückgang der Studienabbruchquoten verzeichnet werden (Heublein et al. 2008). Allerdings konnten keine positiven Änderungen in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern festgestellt werden; hier sind die Abbruchquoten teilweise sogar angestiegen (ebd.).

In den mathematisch-naturwissenschaftlichen Studienfächern lassen sich bundesweit besonders hohe Abbruchquoten von 39% registrieren (Heublein et al. 2012), was in diesem Bereich zu einem hohen Fach- und Lehrkräftemangel führt (Anger et al. 2014; Klemm 2015). Insbesondere der Lehrkräftemangel hat dramatische Folgen. Bereits im Jahr 2010 warnte die Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (DPG) vor den sinkenden Abschlusszahlen im Studiengang Lehramt-Physik und den damit einhergehenden drastisch steigenden Anzahlen an sog. Quer- und Seiteneinsteigern im Schuldienst (Korneck et al. 2010).

Die Problematik des Studienabbruchs ist daher im Fach und im Lehramt Physik immer mehr in den öffentlichen Fokus gerückt. Sie spielt sowohl aus bildungspolitischer und institutioneller, als auch aus individueller Perspektive eine essenzielle Rolle (Pohlentz und Tinsner 2004).

Die niedrigen Studienerfolgsquoten im Fach und Lehramt Physik stechen an Hochschulen in Deutschland besonders hervor (Heublein und Schmelzer 2018). Da sich nicht nur der Studiengang selbst, sondern auch die Abbruchquote von anderen Studienfächern unterscheidet, könnten bisher unerkannte domänenspezifische Faktoren den Studienerfolg beeinflussen. Diesem Forschungsdesideratum wird im Rahmen dieser Dissertation nachgegangen.

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der theoretischen Fundierung zu Studierenerfolgsprozessen und dem derzeitigen Kenntnisstand der Studierenerfolgs- und Abbruchforschung. Hier werden zunächst Begrifflichkeiten geklärt und anhand verschiedener Berechnungsgrundlagen die Studierenerfolgsquoten dargestellt und eingeordnet. Anschließend werden theoretische Modellierungen zu Studierenerfolgsprozessen erläutert und daraus das forschungsleitende Rahmenmodell für die vorliegende Dissertationsarbeit abgeleitet (Kapitel 1).

In Kapitel 2 wird der Stand der Studierenerfolgs- und Abbruchforschung exemplarisch dargelegt und daraus die wichtigen bekannten Ursachen und Prädiktoren für Studierenerfolg zusammengefasst.

Aufbauend auf den theoretischen und empirischen Grundlagen werden das zentrale Forschungsanliegen sowie konkrete Forschungsfragen formuliert. Anschließend wird das Forschungsdesign erläutert (Kapitel 3).

Den Kern der Forschungsarbeit bildet die Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments, welches domänenspezifische Eingangsvoraussetzungen bei Physik Fach- und Lehramtsstudierenden erfassen soll (Kapitel 4 und 5). Dazu werden zwei Testteile, einer zu kognitiven, einer zu nicht-kognitiven Prädiktoren konzipiert. Jeder Evaluationsschritt wird detailliert ausgeführt und diskutiert.

Im dritten Teil der Arbeit wird das vollständig evaluierte Testinstrument zum Einsatz gebracht (Kapitel 6). Dieser Schritt dient als erste Schätzung, inwieweit die gemessenen domänenspezifischen Faktoren den Studierenerfolg beeinflussen können. Die Ergebnisse dieses Instrumenteneinsatzes werden ausführlich diskutiert und die Limitationen der Forschungsarbeit umfassend dargelegt. Daraus werden Desiderata abgeleitet.

Abschließend wird die Forschungsarbeit zusammenfassend dargestellt und ein Ausblick für anknüpfende Forschung formuliert (Kapitel 7).

Abschnitt I

Forschungshintergrund

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Studienerfolg, Schwund und Parkstudierende (Begriffsklärung)

Die Messung eines tatsächlichen, eindeutig definierten Studienerfolgs ist in Deutschland kaum möglich. Seit dem 2.11.1990 ist durch die Änderung des Hochschulstatistikgesetzes ein Tracking von Studierenden nicht mehr zulässig (Willand 2007). Zusätzlich besagt §40 des BDSG, dass „personenbezogene Daten zu anonymisieren sind“. Dies hat zur Folge, dass die Verarbeitung von Individualdaten zu wissenschaftlichen Zwecken stark eingeschränkt wird und Studierende nicht von der Erstimmatrikulation bis hin zu einem Abbruch oder Abschluss statistisch verfolgt werden können (Dieter 2012).

Der Begriff *Studienerfolg* wird zudem sehr unterschiedlich definiert und in seiner Erfassung unterschiedlich operationalisiert. Dies macht die Ergebnisse verschiedener Studien schwer vergleichbar. Bereits die Definition von Physikstudierenden ist nicht trivial. Hierzu können entweder alle Personen berücksichtigt werden, die in einen Physikstudiengang eingeschrieben sind oder diejenigen Personen, die aktiv an Lehrveranstaltungen und Prüfungen teilnehmen. Beide Gruppen können stark voneinander abweichen (Matzdorf 2012; Matzdorf und Düchs 2013; Düchs und Matzdorf 2014; Düchs und Ingold 2015, 2016, 2017, 2018).

Eine in der Bundesrepublik sehr verbreitete Definition des Begriffs *Studienerfolg* wurde von der Hochschul Informations System eG (HIS) geprägt. Heublein et al. (2008) definieren den Studienerfolg darüber, dass ein Hochschulstudium abgeschlossen wird. Dies bedeutet, dass studienabschließende Hochschul- oder Studienfachwechsler*innen ebenso zu erfolgreich studierenden zählen, wie standort- und fachtreue. Auch Personen, die bereits ein Studium abgeschlossen haben und einen neuen Studiengang abrechnen, gelten trotzdem als erfolgreich studierende. Da ein Masterstudium immer auf einem abgeschlossenen Bachelor- oder gleichwertigen abgeschlossenen Studium aufbaut, werden Abbrüche in diesem nicht mitberücksichtigt. Studienabbruch wird folglich darüber definiert, dass das Hochschulsystem vor dem Erreichen des ersten Abschlusses verlassen wird.

Der sog. *Schwund* ist immer vom betrachteten Bezugssystem abhängig. Dadurch ist auch die Interpretation von Schwundquoten und -bilanzen oftmals schwer vergleichbar. Der Schwund wird immer aus der Perspektive der betrachteten Gruppe

1.1 Studienerfolg, Schwund und Parkstudierende (Begriffsklärung)

bestimmt. Er setzt sich aus allen Personen zusammen, die die betrachtete Gruppe verlassen. Hierzu können echte Studienabbrecher*innen, aber auch Standort- oder Fachwechsler*innen zählen, sogar Personen, die die Abschlussart wechseln. In der Darstellung von Heublein et al. (2012) werden ausschließlich Bachelorstudierende an deutschen Universitäten betrachtet. Der Schwund bezieht sich entsprechend dieser Bezugsgruppe auf alle, die den Bachelorstudiengang vor dem Abschluss verlassen. Wird die Zuwanderung hinzugefügt (beispielsweise Personen, die von einer Fachhochschule zur Universität wechseln oder aus dem Ausland kommen), ergibt sich die Schwundbilanz. Diese bildet das Komplement zur Absolvent*innenanzahl, wie Abbildung 1 zu entnehmen ist.

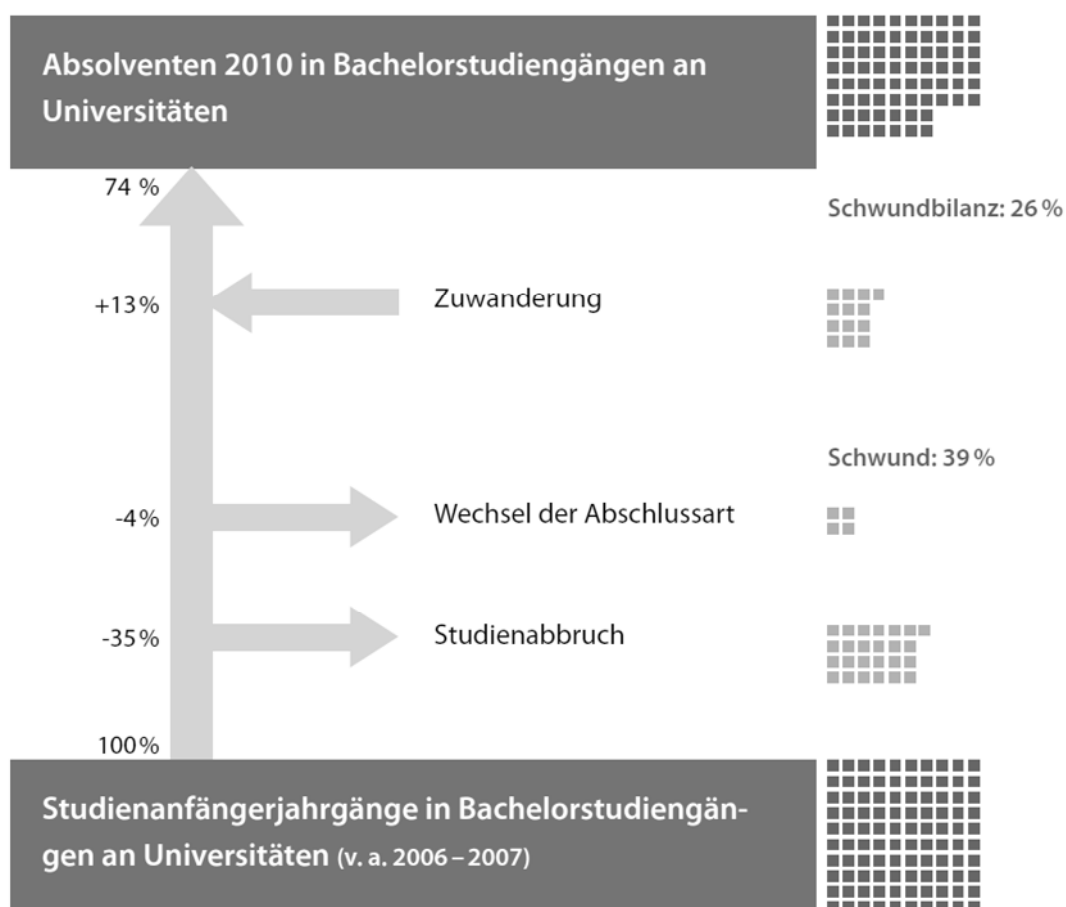


Abbildung 1: Schwundquote und -bilanz für deutsche Studierende in Bachelorstudiengängen an Universitäten; Bezugsgruppe Absolvent*innen 2010 (Heublein et al. 2012, S. 42)

Über den Schwund kann der Grad der Fluktuation der Erstimmatrikulierten innerhalb der Bezugsgruppe bestimmt und damit die Erfolgsquote gemessen werden.

Die sog. Parkstudierenden sind insbesondere im Physikstudiengang ein gängiges Phänomen. Hierbei handelt es sich um Studienanfänger*innen, die sich aus unterschiedlichen Gründen in den Studiengang einschreiben (z. B. um ein Semesterticket zu bekommen oder Wartesemester zu überbrücken), jedoch nicht vorhaben, das Studium anzutreten. Man kann hier zwischen zwei Arten von Parkstudierenden unterscheiden: echte Parkstudierende immatrikulieren sich, aber registrieren sich zu keiner Veranstaltung und Parkstudierende ohne Studiengangverfolgung, die sich zwar in Lehrveranstaltungen registrieren lassen, jedoch nicht zum ersten Leistungsnachweis antreten (Matzdorf und Düchs 2013). Ohne weiteres kann ein/e Parkstudierende/r ohne Studiengangverfolgung nicht von anderen Schwundstudierenden unterschieden werden. Lange wurden Parkstudierende in die Gruppe der Abbrecher*innen oder des Schwundes einkalkuliert. Prinzipiell scheint es nicht grundsätzlich falsch zu sein, diese Personengruppe dem Schwund zuzuordnen, allerdings verzerrt dies den Vergleich mit Schwundquoten aus anderen Fachdomänen, in denen es keine oder nur wenige Parkstudierende gibt. Hieraus leitet sich ab, dass die Studienerfolgsquote in der Physik überschätzt und die Wirkung von Maßnahmen zur Verbesserung des Studienerfolgs unterschätzt werden. Ob die Parkstudierenden in ein anderes Fach wechseln oder gar kein Studium abschließen, ist nicht bekannt. Erst in den letzten Jahren wurde dieses Phänomen gesondert durch die Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) betrachtet (Matzdorf 2012; Matzdorf und Düchs 2013; Düchs und Matzdorf 2014; Düchs und Ingold 2015, 2016, 2017, 2018). In ihren Berichten wird seit 2012, um die Parkstudierenden aus der Statistik auszuschließen, die Anzahl der Zweitsemesterstudierenden mit der Absolvent*innenanzahl verglichen um die Studienabbruchquote zu bestimmen (Matzdorf 2012). Eine Ursache für die Ballung an Parkstudierenden in Physik könnte sein, dass der Studiengang an den meisten Hochschulen keine Zulassungsbeschränkung hat. In Tabelle 1 werden die verschiedenen Definitionen von Erfolgs-, Schwund-, Parkstudierenden- und Zuwanderungsquoten aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht zu Begriffsdefinitionen zum Studienerfolg und Studienabbruch in Anlehnung an Haak (2017)

Gruppe	Definition für Personen mit entsprechender Gruppenzugehörigkeit	Berechnung der Quote (# bedeutet Anzahl)
Studienerfolg	Person, die sich in mindestens einen Studiengang einschreibt und einen Studienabschluss erreicht.	$\text{Studienerfolgsquote} = \frac{\text{\#Absolvent*innen}}{\text{\#Immatrikulierte}}$
Studienabbruch nach HIS	Person, die sich in einen Studiengang (unabhängig davon, ob sie sich in Kurse registriert) einschreibt, aber das Hochschulsystem ohne Abschluss verlässt.	$\text{Studienabbruchquote} = 1 - \frac{\text{\#Absolvent*innen}}{\text{\#Immatrikulierte}}$
Studienabbruch nach KFP	Person, die noch im zweiten Semester eingeschrieben war, das Hochschulsystem aber ohne Abschluss verlässt.	$\text{Studienabbruchquote} = 1 - \frac{\text{\#Absolvent*innen}}{\text{\#Immatrikulierte im zweiten Semester}}$
Studiengangswechsel	Person, die innerhalb einer Hochschule den Studiengang wechselt.	$\text{Studiengangswchselquote} = \frac{\text{\#Studiengangswechsler*innen}}{\text{\#Immatrikulierte}}$
Hochschulwechsel	Person, die innerhalb eines Studiengangs die Hochschule wechselt.	$\text{Hochschulwechselquote} = \frac{\text{\#Hochschulwechsler*innen}}{\text{\#Immatrikulierte}}$

echtes Parkstudium	Person, die sich immatrikuliert, aber für keine Veranstaltung registriert.	$\text{Parkstudierendenquote}_1 = \frac{\# \text{Immatrikulierte} - \# \text{Registrierte}}{\# \text{Immatrikulierte}}$
Parkstudium ohne Studiengangverfolgung	Person, die sich für mindestens eine Veranstaltung registriert, aber keinen Leistungsnachweis antritt.	$\text{Parkstudierendenquote}_2 = 1 - \frac{\# \text{Immatrikulierte im zweiten Semester}}{\# \text{Registrierte}}$
Schwund ₁	Person, die in dem betrachteten Bereich eingeschrieben ist, aber im selben Bereich keinen Abschluss erwirbt.	$\text{Schwundquote}_1 = \frac{\text{Abbruchquote}}{\text{Wechselquote}}$
Schwund ₂	Person, die in dem betrachteten Bereich eingeschrieben und registriert ist, aber im selben Bereich keinen Abschluss erwirbt.	$\text{Schwundquote}_2 = 1 - \frac{\# \text{Absolvent*innen}}{\# \text{Registrierte}}$
Zuwanderung	Person, die aus einem anderen Bereich in den betrachteten Bereich wechselt.	$\text{Zuwanderungsquote} = \frac{\# \text{Zuwander*innen}}{\# \text{Immatrikulierte}}$
Schwundbilanz		$\text{Schwundbilanz} = \text{Schwundquote} - \text{Zuwander*innen}$

1.2 Erhebungen von Studienerfolgsquoten

In den 1960er Jahren wurden in Deutschland erstmals Studienerfolgsquoten berechnet. Allerdings basieren die Ergebnisse auf unterschiedlichen Berechnungsgrundlagen und Erfolgsdefinitionen und variieren daher sehr stark. Nach Schröder-Gronostay und Daniel (1998) wurde im Jahr 1960 erstmals eine Abbruchquote für Studierende in der BRD ermittelt. Sie betrug 27% und wurde über die Zu- und Abwanderungsquoten an den Hochschulen bestimmt. Im Jahr 1965 hingegen verglich Gerstein die Anzahl der Hochschulanfänger*innen mit der Anzahl der Prüfungen und konnte eine mittlere Abbruchquote von 42% ermitteln (Schröder-Gronostay und Daniel 1998). Die von Hitpass im Jahr 1967 berechnete Differenz aus der Anzahl der Studierenden und der Anzahl der entsprechenden Studienanfänger*innen betrug wiederum 12% (Schröder-Gronostay und Daniel 1998). Hier wird deutlich, dass die Berechnungsgrundlage für die Bestimmung von Studienerfolgsquoten von essentieller Bedeutung ist. Die aktuell publizierten Ergebnisse von Studienerfolgsquoten im Bereich Physik werden auf zwei verschiedenen Grundlagen berechnet. Diese werden in Tabelle 2 unter Studiene Erfolg nach der HIS oder Studiene Erfolg nach der KFP aufgeschlüsselt. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden in den folgenden Textabschnitten dargelegt.

1.2.1 Studienerfolgsquoten nach der HIS und des DZHW

In einer Studie zum Absolvent*innenjahrgang 2010 (bzw. Anfänger*innenjahrgang 06/07) konnte eine bundesweite Gesamtabbruchquote (alle Hochschulformen und Studienabschlüsse beinhaltend) von 28% ermittelt werden (Heublein et al. 2012). Diese lag im mittleren Bereich im Vergleich zu den anderen OECD Ländern mit einer durchschnittlichen Abbruchquote von 31% (Heublein et al. 2012). Die Abbruchquoten im Bachelorstudiengang unterscheiden sich stark zwischen Universitäten (35%) und Fachhochschulen (19%). Unter den Bachelorstudierenden an Universitäten des entsprechenden Anfänger*innenjahrgangs 2007/2008 konnte eine Schwundquote von 39% und eine Schwundbilanz von 26% ermittelt werden. In der Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften betrug die Abbruchquote 39%, die Schwundquote 45% und die Schwundbilanz 35%, wobei im Vergleich die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften im Vergleichszeitraum nur eine Abbruchquote von 24% hatten. Die höchste Abbruchquote erreichten die Ingenieurwissenschaften mit 48%. Die Physik und Geowissenschaften wurden ausschließlich gemeinsam genannt mit einer mittleren Abbruchquote von 39% (Heublein et al. 2010). Eine etwas jüngere Darstellung des Deutschen

Zentrums für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) zum Absolvent*innenjahrgang 2016 zeigt Veränderungen der Zahlen (Heublein und Schmelzer 2018).

Im Absolvent*innenjahrgang 2016 konnte in den Bachelorstudiengängen weiterhin (über alle Hochschularten und Fächergruppen gemittelt) eine Abbruchquote von 28% festgestellt werden. Die Darstellung dieses Jahrgangs verzichtet auf die Berichte der Schwundquoten und -bilanzen. Aus den Ergebnissen wird jedoch deutlich, dass sich im Laufe der Jahre die Problematik in der Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften verschärft hat. Die Abbruchquote der Bachelorstudierenden an deutschen Universitäten ist im Absolvent*innenjahrgang 2016 auf 41% angestiegen. Für die Physik und Geowissenschaften wurde sogar eine Abbruchquote von 45% genannt. Diese Werte wurden allerdings ohne Berücksichtigung der Parkstudierenden bestimmt. Zusätzlich ist die kombinierte Betrachtung der Fächergruppen Physik und Geowissenschaften problematisch, da die einzelnen Statistiken nicht bekannt sind. Somit ist schwer zu beurteilen, welches Fachgebiet den größeren Beitrag zu der angegebenen Abbruchquote leistete. Die Zahl kann aber dahingehend interpretiert werden, dass im Fach Physik bundesweit ein überdurchschnittliches Abbruchverhalten zu beobachten war (ebd.).

Die genannten Abbruch- und Schwundzahlen der Absolvent*innenjahrgänge 2010 und 2016 sind in Tabelle 2 zur besseren Übersicht zusammengefasst.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Abbruch- und Schwundzahlen der Absolvent*innenjahrgänge 2010 und 2016 (Heublein et al. 2012; Heublein und Schmelzer 2018)

Quote	Prozentsatz
Gesamtabbruchquote der OECD-Länder 2010	31%
Gesamtabbruchquote an deutschen Hochschulen (Ba) 2010	28%
Gesamtabbruchquote an deutschen Hochschulen (Ba) 2016	28%
Abbruchquote (Ba; Uni) 2010	35%
Abbruchquote (Ba; Uni) 2016	32%
Abbruchquote (Ba; FH) 2010	19%
Abbruchquote (Ba; FH) 2016	25%
Schwundquote (Ba; Uni) 2010	39%
Schwundquote (Ba; Uni) 2016	k.A.
Schwundbilanz (Ba; Uni) 2010	26%
Schwundbilanz (Ba; Uni) 2016	k.A.
Abbruchquote (Ba; Uni; Ma/Na) 2010	39%
Abbruchquote (Ba; Uni; Ma/Na) 2016	41%
Schwundquote (Ba; Uni; Ma/Na) 2010	45%
Schwundquote (Ba; Uni; Ma/Na) 2016	k.A.
Schwundbilanz (Ba; Uni; Ma/Na) 2010	35%
Schwundbilanz (Ba; Uni; Ma/Na) 2016	k.A.
Abbruchquote (Ba; Uni; Re/Wi/So) 2010	24%
Abbruchquote (Ba; Uni; Re/Wi/So) 2016	24%
Abbruchquote (Ba ; Uni; Ing) 2010	48%
Abbruchquote (Ba ; Uni; Ing) 2016	35%
Abbruchquote (Ba, Uni; Phy/Geo) 2010	39%
Abbruchquote (Ba, Uni; Phy/Geo) 2016	45%

Uni = deutsche Universitäten; FH = deutsche Fachhochschulen; Ba = Bachelorstudiengänge; Ma = Masterstudiengänge; Ma/Na = Mathematik und Naturwissenschaften; Phy/Geo = Physik und Geowissenschaften; Re/Wi/So = Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften; Ing = Ingenieurwissenschaften; k.A. = keine Angabe

In einer weiteren Studie des DZHW von 2015 wurden verschiedene Fachbereiche an unterschiedlichen Hochschulen zu ihren Schwundquoten befragt. An den Universitäten waren es Betriebswirtschaftslehre (BWL), Germanistik und Physik. Der Rücklauf betrug 60-63%, was in etwa pro Fachbereich 37-45 Fakultäten verschiedener Hochschulen waren. Die berichteten Schwundquoten beliefen sich im Mittel auf: BWL 26%, Germanistik 23%, Physik 38% (Heublein et al. 2015). Insbesondere der Wert für die Physik deckt sich gut mit den aus den vergangenen Jahren ermittelten Schwundquoten.

Zusätzlich wurden die Hochschulen danach befragt, wie hoch ihrer Einschätzung nach eine vertretbare Schwundquote wäre. Dabei stellte sich heraus, dass Fachbereiche mit höheren Schwundquoten auch höhere Schwundquoten für vertretbar hielten, als jene mit geringeren. Für vertretbar wurden folgende Werte berichtet: BWL 22%; Germanistik 16% und Physik 31%. Die tatsächlichen Schwundquoten liegen dabei aber immer deutlich über den für akzeptabel gehaltenen (Heublein et al. 2015). Dies verdeutlicht, dass eine Reduktion der Schwundquoten in verschiedenen Fachgebieten erwünscht ist.

1.2.2 Physikstudierendenquoten nach der KFP

Die KFP veröffentlicht seit 1999 jährlich Statistiken zu bundesweiten Studierendenzahlen des Fachbereichs Physik. Seit Beginn der Erfassung haben sich die Neuschreiber*innenzahlen von 5114 auf 16404 im Wintersemester 2018/19 mehr als verdreifacht (Kleinknecht 1999; Düchs und Mecke 2019). Die Summe der Absolvent*innen hingegen hat sich von 4713 (Summe aus Vordiplomen, Diplomen und Staatsexamen) im Jahr 1999 auf 6339 Absolvent*innen (Summe aus Vordiplomen, Diplomen, Staatsexamen, und aller Bachelor- und Masterabschlüsse in Physik (Lehramt)) um nur ein gutes Drittel (35%) erhöht (Düchs und Ingold 2016; Kleinknecht 1999).

Die Entwicklung der aufsummierten Einschreiber*innen- und Absolvent*innenzahlen sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Sie zeigt deutlich das Missverhältnis, das sich nach der Bolognareform eingestellt hat. In den Jahren 2015/16 bis 2018/19 lag die mittlere Einschreiber*innenzahl bei rund 19850 und die mittlere Absolvent*innenzahl bei rund 6300. Daraus lässt sich eine Schwundquote von fast 70% ablesen.

1.2 Erhebungen von Studienerfolgsquoten

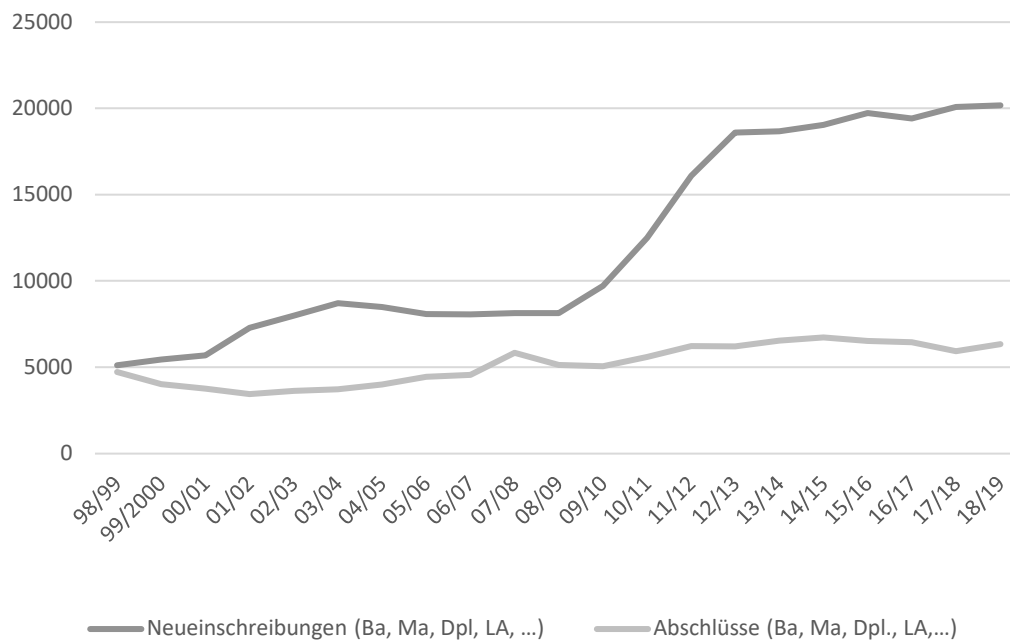


Abbildung 2: Entwicklung der Einschreiber*innen- und Absolvent*innenzahlen des Studiengangs Physik aus den Veröffentlichungen der KFP im Zeitraum von 1999 bis 2019.

Ba = Bachelor; Ma = Master; Dpl = Diplom; LA = Lehramt (Studiengänge)

Werden die Einschreiber*innenzahlen mit den Absolvent*innenzahlen drei Jahre später ins Verhältnis gesetzt, so ergibt sich für die Absolvent*innenjahrgänge der Jahre 2015/16 bis 2018/19 eine mittlere Erfolgsquote von 23% bei Monobachelor- und Schwerpunktbachelorstudierenden.

Noch bedenklicher wird die Datenlage, wenn bedacht wird, dass nur knapp 17% der Lehramtsbacheloranfänger*innen den Bachelorabschluss erreichen. Im Jahr 2019 haben sogar nur 15% der drei Jahre zuvor Eingeschriebenen einen Lehramtsbachelorabschluss erreicht. Im Gegensatz zu den niedrigen Erfolgsquoten im Bachelorstudiengang liegen die Abschlüsse von Staatsexamensstudierenden in den vergangenen Jahren bei weit über 100%. Dies könnte an einer Häufung von Langzeitstudierenden und an Wechsler*innen vom Bachelor- in den Staatsexamensstudiengang liegen. Werden alle Lehramtsstudienanfänger*innen (Bachelor und Staatsexamen) mit den Absolvent*innen verglichen, die zum Vorbereitungsdienst in der Schule befähigt sind (Master und Staatsexamen) nach fünf Jahren, ergibt sich eine kumulierte Erfolgsquote von 25%. Lehramtsmasterstudierende

haben eine Erfolgsquote von fast 90% und Physikmasterstudierende (einschließlich Studierender mit Schwerpunktfach Physik) von ca. 75%¹. Die Studienabbrüche finden also vornehmlich im Bachelorstudiengang statt.

Bei der genaueren Betrachtung der Neueinschreiber*innenzahlen fällt auf, dass Parkstudierende eine außergewöhnlich große Rolle spielen. Dies führt zu einer drastischen Verzerrung der dargelegten Statistik. Im Sommersemester 2019 erschienen bspw. an einem Fachbereich von den 806 eingeschriebenen Studierenden genau zehn im Hörsaal (Düchs und Mecke 2019). Dieses extreme Beispiel, das hier zu einer Abbruchquote von 99% führen würde, verdeutlicht sowohl die Relevanz des Einbezugs der Parkstudierenden als auch die großen Diskrepanzen und Unberechenbarkeiten innerhalb und zwischen den Fakultäten.

Seit dem Wintersemester 2011/12 hat die KFP unter den Neueinschreiber*innenzahlen erhoben, wie viele Studierende tatsächlich Veranstaltungen besuchen sowie die Anzahl der Studierenden, die nach einem Semester mindestens zu einer Prüfung antreten, also das Studium ernsthaft aufnehmen. Die ermittelten Werte der Jahrgänge der Wintersemester 2011/12 bis 2017/18 sind relativ stabil und schwanken zwischen 62% und 69%². Über diese Jahrgänge gemittelt ergibt sich, dass nur 64% der Einschreiber*innen überhaupt das Studium antreten. Bei den übrigen 36% handelt es sich tatsächlich um Parkstudierende. Im Jahr 2019 betrug die Quote der Parkstudierenden sogar 49%. Von 2011/12 bis 2017/18 gemittelt absolvierten 56%³ der Neueinschreiber*innen dann tatsächlich das erste Semester, indem sie mindestens einen Leistungsnachweis antraten. Im Jahr 2019 waren es nur 44%. Ob es sich bei der Differenz aus sicher ermittelten Parkstudierenden und denen, die das erste Semester erfolgreich abschließen, ebenfalls um Parkstudierende oder um tatsächliche Abbrecher*innen handelt, ist hierbei unklar. Denkbar wäre, dass zumindest ein Teil der Gruppe angestrebt hat, Physik zu studieren, aber innerhalb des ersten Semesters abgebrochen oder gewechselt hat.

¹ Die Berechnungsgrundlage bezieht sich hierbei auf die Neueinschreiber*innen Zahlen der KFP und der drei (Bachelor) bzw. zwei Jahre (Master) späteren Absolvent*innenzahlen in den Jahren 2010-2018.

² Die folgenden Zahlen beruhen auf eigenen Berechnungen auf der Grundlage der Daten der Veröffentlichungen der KFP der Jahre 1999 bis 2018.

³ Eigene Berechnung der Mittelwerte auf der Grundlage der Veröffentlichungen der KFP der Jahre 2012 bis 2018.

1.2 Erhebungen von Studienerfolgsquoten

Zumindest in Bezug auf die Mono- und Schwerpunktstudierenden wird durch diese Informationen eine tiefere Einsicht in die Sachlage ermöglicht. Es ergibt sich aus den Mittelwerten der Daten der KFP (der Jahrgänge 2011/12 bis 2018/19), dass 62% der Einschreiber*innen das Studium antreten, 55% das erste Semester absolvieren, dann im Laufe des Studiums 24% Schwund entstehen und daraus resultierend lediglich 30% das Bachelorstudium abschließen. Dies wird in Abbildung 3 zusammengefasst dargestellt.

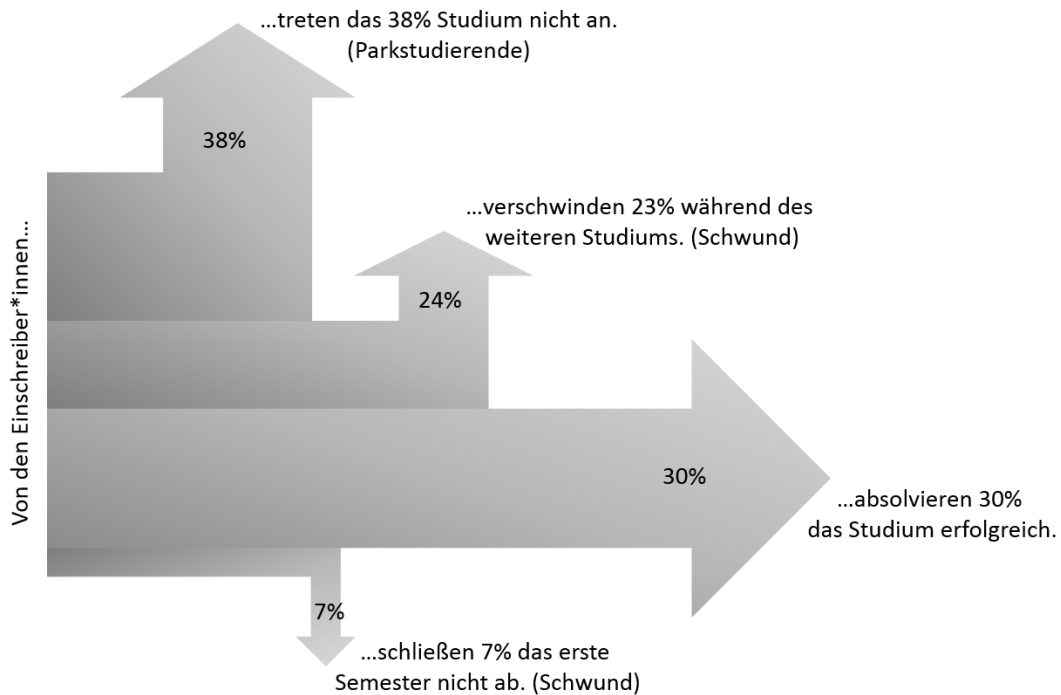


Abbildung 3: Darstellung der Aufteilung der Studienanfänger*innen unter Berücksichtigung der Parkstudierenden (eigene Grafik)

Werden nur die ernsthaft studierenden Personen betrachtet (Anzahl der Neueinschreiber*innen abzüglich der Anzahl der echten Parkstudierenden), so ergibt sich ein Schwund von ca. 51% bzw. eine Erfolgsquote von 49% (in Abbildung 4 zusammengefasst dargestellt).

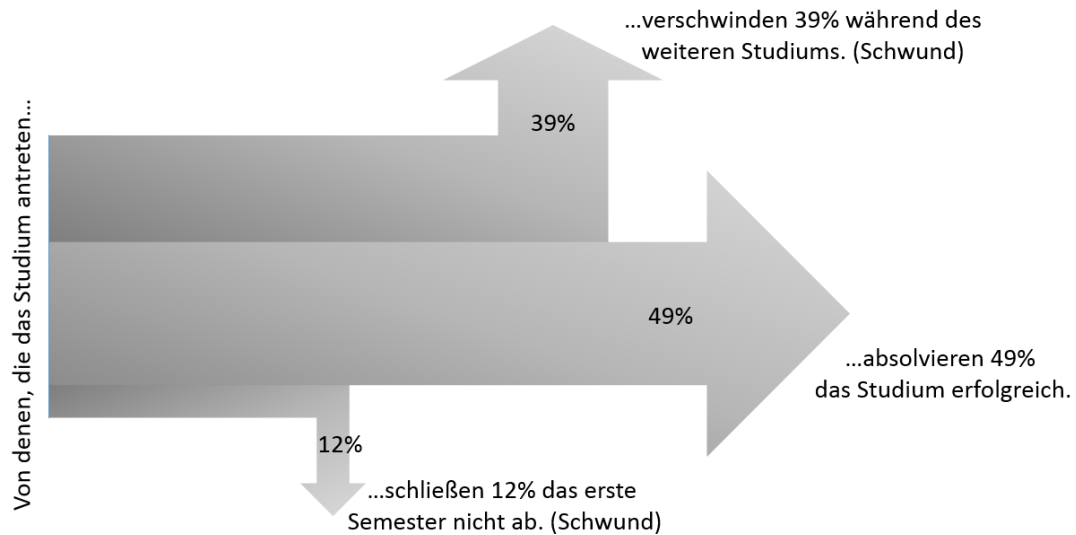


Abbildung 4: Darstellung der Aufteilung der Studienanfänger*innen unter Ausschluss der Parkstudierenden (eigene Grafik)

Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit denen aus der HIS und dem DZHW fällt auf, dass die Schwundquoten gemäß der vorliegenden Interpretation der Daten der KFP die durch die HIS und DZHW berichteten 39% weit übersteigen. Der hier berechnete Schwundwert von 51% im Fach Physik ist mit dem der Ingenieurwissenschaften von 48% vergleichbar hoch. Die Betrachtungsweise der Absolvent*innen ohne Parkstudierende ist zwar unüblich, erlaubt jedoch eine entzerrte Betrachtung der Datenlage und verdeutlicht die Notwendigkeit, sich mit diesem Thema konstruktiv zu befassen.

1.3 Modelle zur Erklärung von Studienerfolg

„Ein Studienabbruch ist das Resultat komplexer, mehrdimensionaler Interaktionsmuster entgegen der nach wie vor weitverbreiteten Annahme, dieser ließe sich aus einem simplen Ursache-Wirkung-Zusammenhang heraus erklären. So viel ist bekannt – viel mehr aber auch nicht, denn ein systematisches Monitoring des Studiums findet an deutschen Hochschulen im Wesentlichen nicht statt – nicht nur, aber auch, weil der Datenschutz hier enge Grenzen setzt.“

(Berthold et al. 2015, S. 6).

Mit diesen Worten führen Berthold et al. (2015) im Handbuch für Studienerfolg in die komplexe Problematik ein. Der Begriff Studienerfolg umfasst also nicht nur einfache Prädiktoren oder Abbruchursachen, sondern einen gesamten Prozess. So vielfältig wie die Definitionen sind auch die Darstellungen des dahinter verstandenen oder vermuteten Verlaufs von Studienerfolg. Im folgenden Kapitel sollen exemplarisch einige theoretische Modellierungen zu Studienerfolgsprozessen vorgestellt werden.

1.3.1 Das *Conceptual Schema for Dropout from College* nach Tinto (1975)

Das *Conceptual Schema for Dropout from College* nach Tinto (1975) ist eines der ersten Modelle, das sich mit Studienerfolgsprozessen befasst (s. Abbildung 5). Es handelt sich um ein longitudinales Prozessmodell, das den Prozess, der zu einem Studienabbruch führt, auf zwei Achsen erklärt: der *akademischen* und der *sozialen Integration*.

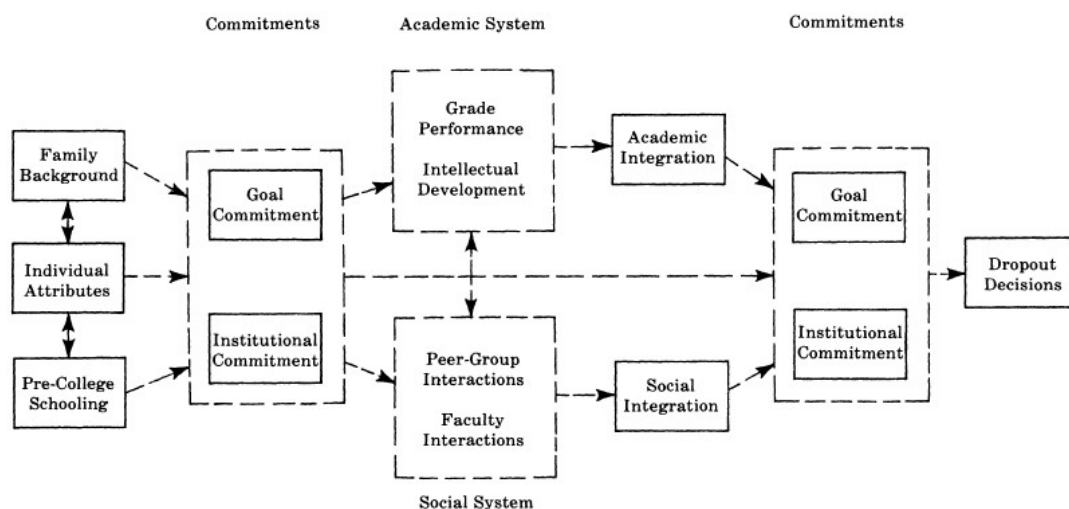


Abbildung 5: *Conceptual Schema for Dropout from College* nach Tinto (1975)

Die Eingangsvoraussetzungen beim Studienbeginn werden durch den familiären Hintergrund (*Family Background*), die Persönlichkeitsmerkmale (*Individual Attributes*) und die Vorbildung (*Pre-College Schooling*) operationalisiert. Sie bedingen das Engagement und die Verbindlichkeit (*Commitments*) gegenüber den akademischen Zielen (*Goal Commitments*) und der Institution (*Institutional Commitments*). Mit diesen Eingangsvoraussetzungen wird das Studium aufgenommen (*Academic System*). Die *Commitments* werden über den zeitlichen Verlauf durch das Studium und die daraus resultierende akademische und soziale Integration (*Academic Integration* und *Social Integration*) beeinflusst. Die akademische Integration wird durch die Leistungen der Person (*Grade Performance*) und durch die intellektuelle Entwicklung (*Intellectual Development*) reguliert, die soziale Integration durch die individuelle Interaktion mit den Peers (*Peer-Group Interaction*) und dem Fachbereich (*Faculty Interactions*). Die daraus resultierenden *Commitments* sind schließlich maßgebend für die Abbruchentscheidung (*Dropout Decisions*), bei der laut Tinto (1975) eine Kosten-Nutzen-Rechnung von der betreffenden Person angestellt wird, um die Vor- und Nachteile eines Weiterführens des Studiums gegeneinander aufzuwägen.

1.3.2 Das *allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs* nach Thiel et al. (2008)

Das *allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs* (s. Abbildung 6) „das individuelle Studienvoraussetzungen, außeruniversitäre Kontext- und Lebensbedingungen sowie studienbezogene Faktoren zueinander in Beziehung setzt“ (Blüthmann et al. 2008, S. 416) basiert auf einer Zusammenführung der empirischen Befunde zu Bedingungsfaktoren zum Studienerfolg von Blüthmann et al. (2008), Thiel et al. (2008) sowie bereits früher vorliegender Befunde.

1.3 Modelle zur Erklärung von Studienerfolg

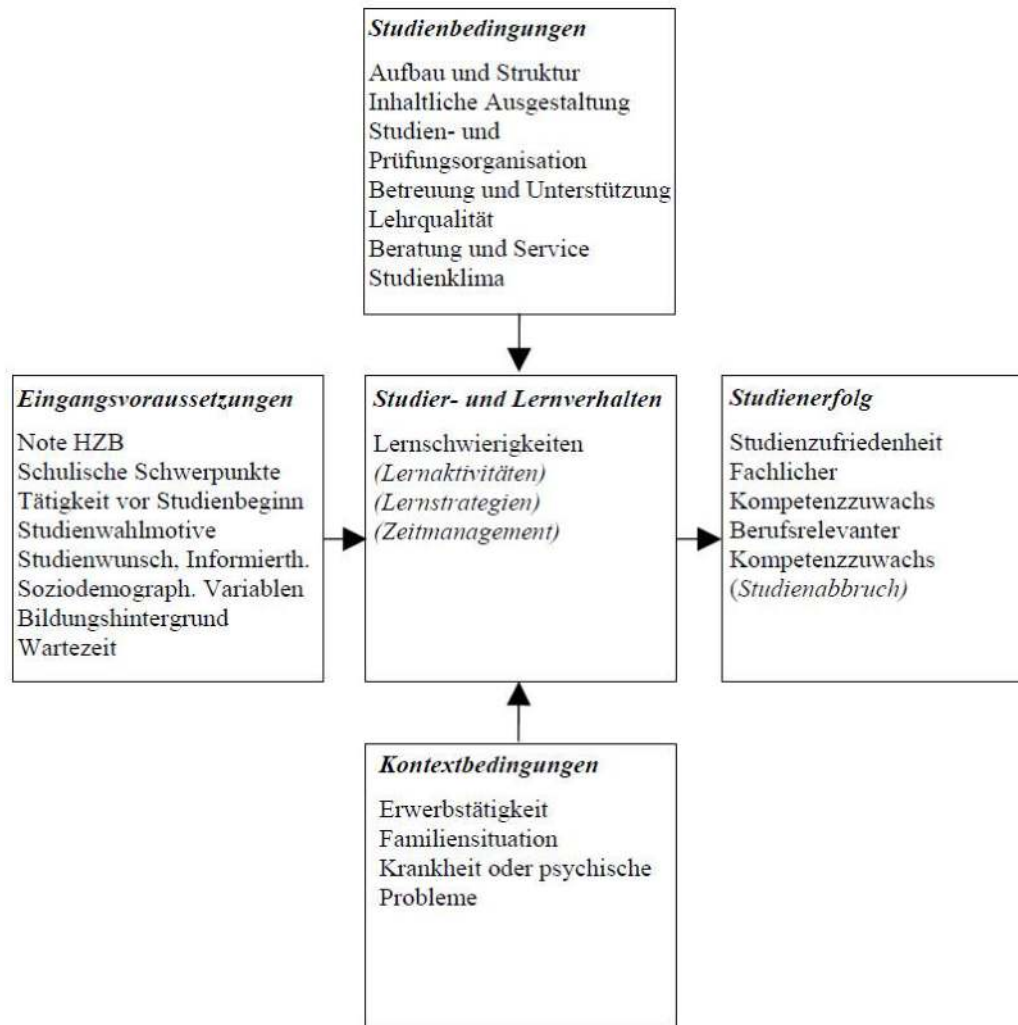


Abbildung 6: Allgemeines theoretisches Modell des Studienerfolgs (Thiel et al. 2008)

Das Modell gliedert sich in eine horizontale zeitliche Achse, die von den *Eingangsvoraussetzungen* über das Studium zum *Studienerfolg* führt und eine vertikale Achse, die die Bedingungs-faktoren während der Studienzeit selbst betrifft. Dem Modell ist die Annahme zu entnehmen, dass lediglich das *Studier- und Lernverhalten* direkten Einfluss auf den *Studienerfolg* haben kann. Das *Studier- und Lernverhalten* hängt von mehreren Einflussbereichen ab. Dies sind einerseits Faktoren, die sich aus den *Eingangsvoraussetzungen* zusammensetzen, also vor dem Studium bestanden, und andererseits Einflussbereiche, die während des Studiums das *Studier- und Lernverhalten* bedingen. Dies sind zum einen die *Studienbedingungen*, die durch die Universität, den Studiengang, die Dozierenden und die Mitstudierenden gebildet werden und zum anderen die *Kontextbedingungen*, denen die Person unterliegt. Das aus diesen Faktoren resultierende *Studier- und Lernverhalten* wirkt sich direkt auf die verschiedenen Facetten des *Studienerfolgs* aus.

1.3.3 Das *allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs* modifiziert und erweitert nach Albrecht (2011)

Das *allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs* nach Thiel et al. (2008) wurde von Albrecht (2011) aufgegriffen und entsprechend des Forschungsstandes und der Rahmenbedingungen der Fachrichtung Physik adaptiert (Albrecht 2011) (s. Abbildung 7). Bei der fachbezogenen Überarbeitung ist das Grundprinzip des Modells erhalten geblieben. Auch hier wird der *Studienerfolg* maßgebend durch das *Studier- und Lernverhalten* bedingt, welches wiederum durch die drei Faktoren *Studienbedingungen*, *Eingangsvoraussetzungen* und *Kontextbedingungen* reguliert wird. Allerdings gibt es innerhalb der Faktoren einzelne Facetten, die sich gegenüber dem ursprünglichen Modell geändert haben. Der *Studienerfolg* ist in diesem Modell ausschließlich über die *Studienzufriedenheit* operationalisiert.

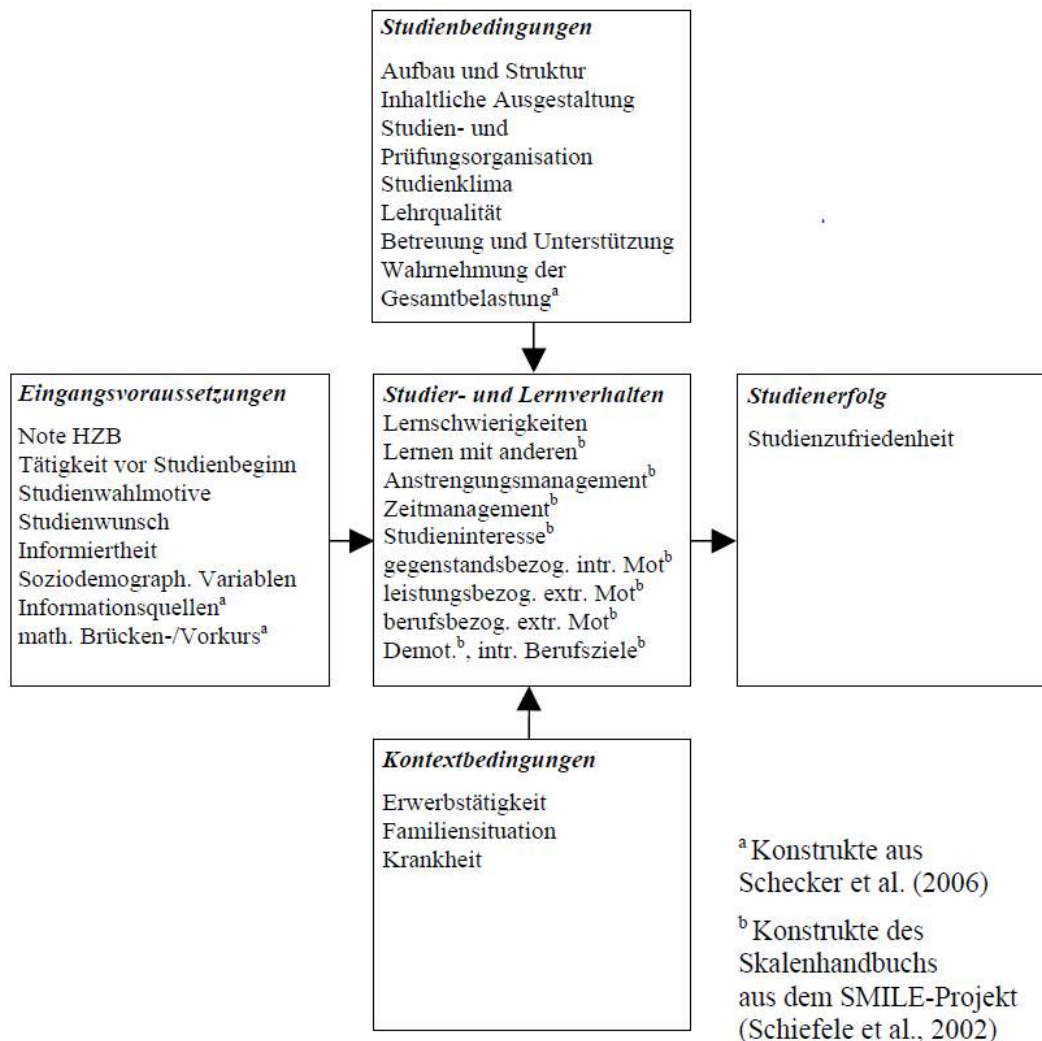


Abbildung 7: Das *allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs* nach Thiel et al. (2008) modifiziert und erweitert durch Albrecht (2011)

1.3.4 Modell des Zusammenhangs von Studierendenauswahl und Ausbildungs- bzw. Berufserfolg nach Blömeke (2009)

Das *Modell des Zusammenhangs von Studierendenauswahl und Ausbildungs- bzw. Berufserfolg* setzt Studiauswahlkriterien mit Erfolgskriterien in Beziehung, die über bestimmte Variablen moderiert werden. In diesem Modell wird der Studienerfolg sowohl über den Ausbildungserfolg als auch über den anschließenden Berufserfolg operationalisiert.

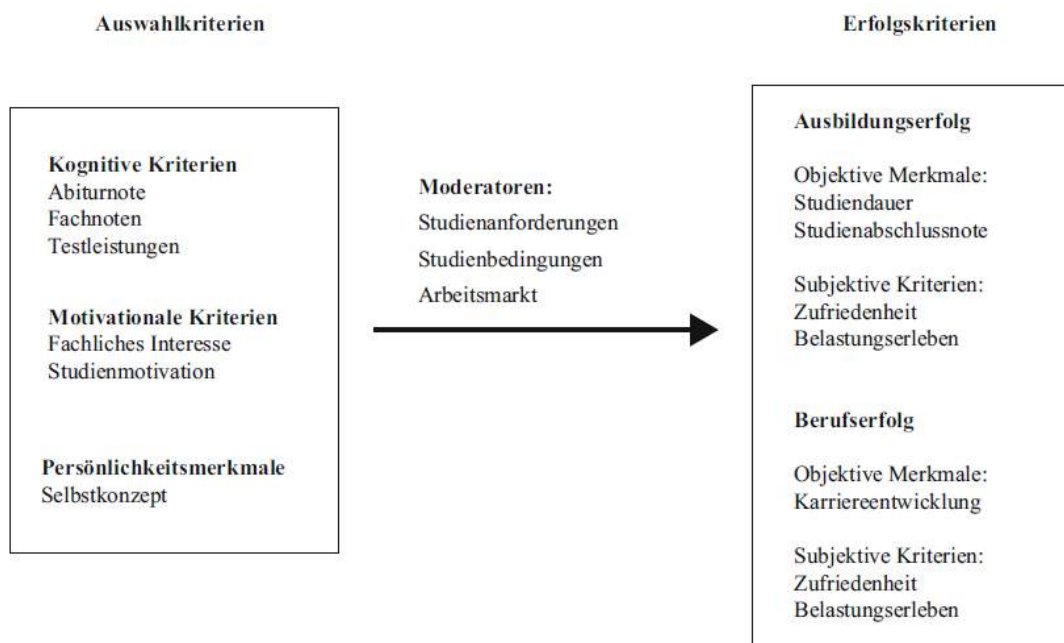


Abbildung 8: Modell des Zusammenhangs von Studierendenauswahl und Ausbildungs- bzw. Berufserfolg nach Blömeke (2009)

Die *Auswahlkriterien* für das Studium gliedern sich in *kognitive* und *motivationale* Variablen sowie *Persönlichkeitsmerkmale* (s. Abbildung 8).

Die Betrachtung des Berufserfolgs enthält die weiterführende Idee, dass ein solcher als Kriterium für einen *Studienerfolg* gesehen werden kann (Blömeke 2009). Ausbildungs- und Berufserfolg werden jeweils durch subjektive und objektive Merkmale operationalisiert. Anders als im allgemeinen Studienerfolgsmodell nach Thiel et al. (2008) handelt es sich bei den Studienbedingungen und Studienanforderungen um keine direkten Einflussfaktoren sondern um Moderatoren zwischen den Auswahl- und den Erfolgskriterien.

Das Modell versucht keinen Prozess darzustellen oder Kausalzusammenhänge zwischen den Variablen zu erklären, sondern beschreibt die jeweiligen moderierten Einflüsse der Variablen auf den späteren Erfolg.

1.3.5 Das *Modell des Studienabbruchprozesses* nach Heublein et al. (2010)

Eines der komplexeren Modelle stellt das von Heublein et al. (2010) dar (s. Abbildung 9). Wesentlich ist hier, dass auch die Entwicklung zur Entscheidung für einen Studienabbruch dargestellt wird. Dieser Prozess wird in einzelne Phasen, die zeitlich aufeinanderfolgen, eingeteilt: die Studienvorphase, die aktuelle Studiensituation und schließlich die Entscheidungssituation, die zu einem Abbruch oder einer Fortführung des Studiums führen. Hierbei nimmt nicht nur die aktuelle Studiensituation, die sich aus den miteinander wechselwirkenden Variablen *Leistungsfähigkeit, Studienmotivation, Studienbedingungen, Integration* und *Psychische/Physische Ressourcen* zusammensetzt, sondern auch die *finanzielle Situation, Lebensbedingungen, Beratung* und *Zukunftspläne* Einfluss auf die Entscheidung. Aus dem Zusammenwirken der verschiedenen Bedingungsfaktoren, der individuellen Zukunftspläne sowie der Unterstützungs- beziehungsweise Hilfsangebote der Beratungsinstanzen oder nahstehender Personen (sowie deren Urteile) generiert sich eine motivationale Situation, aus der letzten Endes der Entschluss für einen Studienabbruch gefällt wird (Heublein et al. 2010).

Das Modell vereint viele Aspekte der anderen genannten Modelle und setzt sie miteinander in einen Wirkzusammenhang (Abbildung 8). Die Studienvorphase ist mit den Eingangsvoraussetzungen aus den Modellen nach Thiel et al. (2008) und Albrecht (2011) nahezu gleichbedeutend, wird allerdings in mehrere zeitliche Bedingungsfaktoren aufgegliedert. Sie wirken sich in beiden Fällen auf die Studiensituation (aktuelle Studiensituation bzw. Studier- und Lernverhalten) im Zentrum der Modelle aus. Im Modell des Studienabbruchprozesses nach Heublein et al. (2010) ist diese Phase durch eine Wechselwirkung ganz verschiedener, sowohl internaler als auch externaler Bedingungsfaktoren gekennzeichnet. Beide Modelle beziehen ebenso finanzielle und familiäre Kontextbedingungen mit ein. Im allgemeinen Modell zum Studienerfolg nach Thiel et al. (2008) und Albrecht (2011) stehen diese im direkten Wirkzusammenhang mit den Studier- und Lernbedingungen und damit indirekt im Zusammenhang mit Studienerfolg. Im Modell des Studienabbruchprozesses nach Heublein et al. (2010) sind diese Aspekte direkt einflussnehmend auf die Entscheidungssituation, wechselwirken jedoch nicht mit den anderen Komponenten der aktuellen Studiensituation.

1.3 Modelle zur Erklärung von Studienerfolg

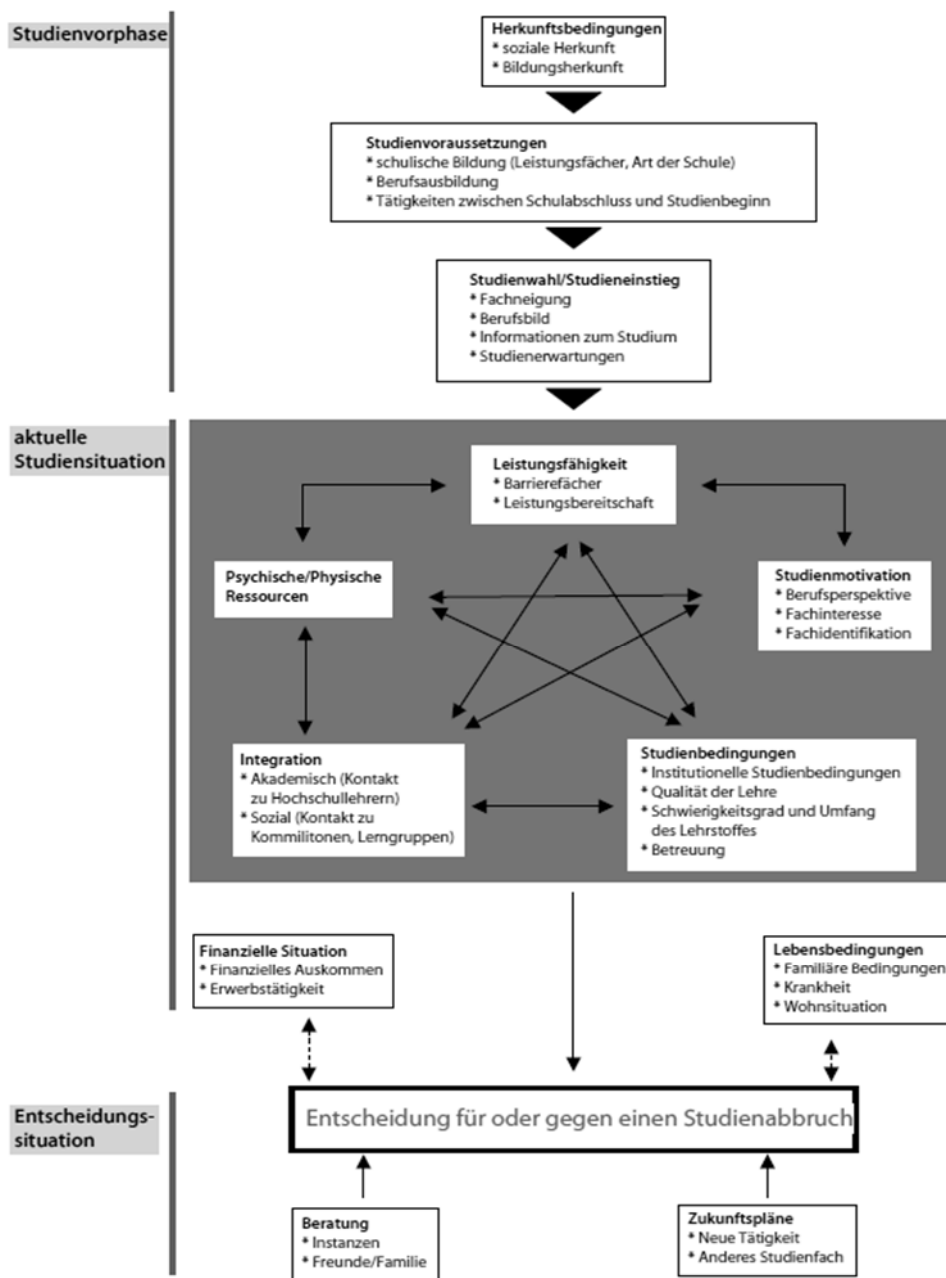


Abbildung 9: Modell des Studienabbruchprozesses nach Heublein et al. (2010)

Der Prozesscharakter des Modells nach Heublein et al. (2010) weist Parallelen zum Modell nach Tinto (1975) auf. Allerdings fokussiert dieses Modell weniger stark auf die soziale und akademische Integration als das Tintos (1975). Auch wenn im *Conceptual Schema for Dropout from College* nach Tinto (1975) externe Einflüsse für einen Studienerfolg in Erwägung gezogen werden, schlagen sie sich im Modell nicht nieder. Die Betrachtung der Parallelen der verschiedenen Modelle sowie ihre uneinheitliche Darstellung und Interpretation verdeutlichen die von Berthold et al. (2015) geschilderte Komplexität durch mehrdimensionale Interaktionsmuster, die innerhalb der Studienerfolgsprozesse stattfinden.

1.3.6 Gemeinsamkeiten der Modelle und forschungsleitendes Rahmenmodell

Alle vorgestellten Modelle beschreiben einen Input-Output-Prozess. Die Studierenden beginnen das Studium mit ihren individuellen Eingangsvoraussetzungen, bestehend aus dem familiären Hintergrund, den schulischen Vorerfahrungen, Persönlichkeitsmerkmalen u. ä. Die Eingangsvoraussetzungen in Form kognitiver und nicht-kognitiver Faktoren, begleitet von personenbezogenen Angaben, bilden in allen Darstellungsformen gleichermaßen den Input.

Während des Studiums wirken verschiedene Faktoren auf die Studierenden. Sie lassen sich als Moderatoren während des Studiums zusammenfassen. Im Modell nach Blömeke (2009) werden diese Variablen direkt als Moderatoren beschrieben. In den anderen Modellen werden sie als ein Geflecht verschiedener Wirkzusammenhänge während des Studiums aufgeschlüsselt. Im Modell nach Thiel et al. (2008) werden sie besonders anschaulich in Studienbedingungen, Studier- und Lernverhalten und Kontextbedingungen unterteilt. Die Modelle nach Heublein et al. (2010) und Tinto (1975) spannen an dieser Stelle ein komplexeres Gefüge aus Wirkzusammenhängen verschiedener Dimensionen auf.

Der Output wird über die Erfolgskriterien definiert, welche insbesondere zur Unterscheidung der Modelle beitragen. Zusammengefasst ist den Modellen gemein, dass sie vom Input der Eingangsvoraussetzungen über die Moderatoren während des Studiums zu einem Studienerfolg als Output führen. Diese reduzierte Darstellung der Wirkmechanismen zeigt Abbildung 10, angelehnt an das Modell von Blömeke (2009) (Abbildung 8).

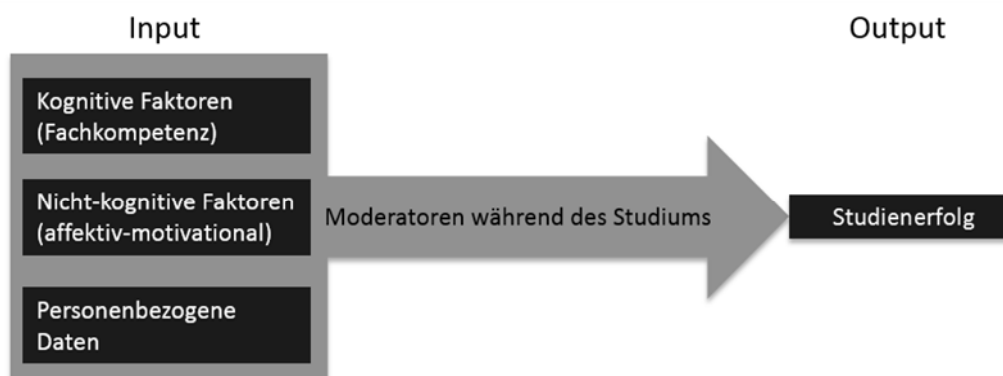


Abbildung 10: Darstellung der Gemeinsamkeiten der beschriebenen Modelle (eigene Grafik)

1.3 Modelle zur Erklärung von Studienerfolg

Im Fokus des vorliegenden Forschungsprojekts liegen die Auswirkungen der Studieneingangsvoraussetzungen auf einen Studienerfolg in Form eines Studienverbleibs. Dabei steht eine direkte Input-Output-Beziehung im Mittelpunkt. In dieser Arbeit soll der Zusammenhang zwischen Input-Faktoren, nämlich kognitiven Variablen (fachbezogenes Vorwissen zu Studienbeginn, Schulnoten, Hochschulzugangsberechtigungsnote (HZB)) und nicht-kognitiven Variablen (domänenspezifische Einstellungen, personenbezogene Daten), und dem Studienerfolg als Output (in Form des Studienverbleibs) bestimmt werden. Das forschungsleitende Rahmenmodell wird in der Abbildung 11 dargestellt.

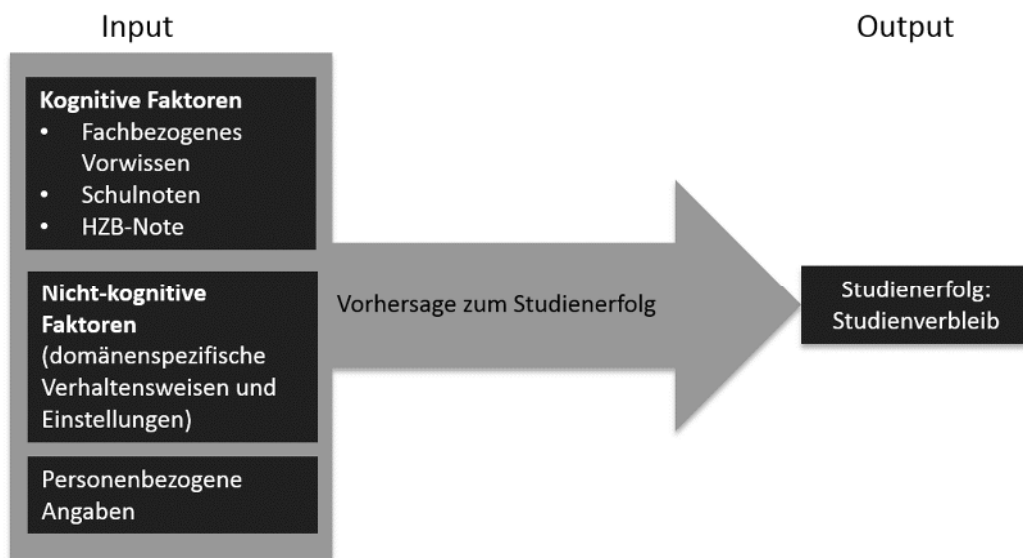


Abbildung 11: Rahmenmodell und zentrales Forschungsanliegen „Vorhersage von Studienerfolg“ (eigene Grafik)

2 Stand der Forschung

Um einen Überblick über die Entwicklung der Forschung zum Thema Studienerfolg und -abbruch zu ermöglichen, werden in diesem Kapitel für das vorliegende Forschungsprojekt besonders relevante Studien aus ihren jeweiligen Fachdisziplinen zusammengefasst und diskutiert. Dabei erhebt die Darstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellt ausgewählte Informationen heraus, die zum Verständnis des weiteren Vorgehens beitragen und einen kritischen Umgang mit der Thematik sowie der hier dargelegten Forschungsarbeit ermöglichen.

Die ersten Forschungsarbeiten, die sich mit Studienerfolg auseinandersetzen, stammen aus dem US-amerikanischen Raum. Für den Zeitraum 1939 bis 1959 konnten in einer Literaturübersicht von Summerskill (1962) die Ergebnisse von 150 Studien zusammengefasst werden. Die bekanntesten Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet sind von Spady (1970) und daran anknüpfend von Tinto (1975). Entscheidend für ihre große Bedeutung bis heute ist, dass Tinto (1975) den Studienabbruch nicht als einfaches Ursache-Wirkungsmodell, sondern als komplexen Zusammenhang verschiedener Faktoren modellierte (s. Kapitel 1.3.1). Hierbei spielen vor allem die akademische und soziale Integration sowie die Bedeutung der Studieneingangsphase als Übergang von einer Lebensphase in die nächste eine entscheidende Rolle. Diese Art der Betrachtung hat die spätere Forschungsweise in diesem Bereich nachhaltig geprägt. Insbesondere der Fokus auf die Studieneingangsphase im Zusammenhang mit Studienerfolgen hat sich in den vergangenen Jahren verstärkt. Allerdings lassen sich bis heute konkrete empirische Befunde aus dem angloamerikanischen Raum schwer auf das deutsche Hochschulsystem übertragen (Breinig et al. 2001).

Die Studienerfolgswissenschaft begann im deutschsprachigen Raum in den 1960er Jahren. Im Jahr 1964 reagierte Georg Picht auf die niedrigen Erfolgsquoten an deutschen Hochschulen mit dem Werk ‚Die deutsche Bildungskatastrophe‘ (Picht 1965). Darauf folgend wurden viele Studien ins Leben gerufen, die sich mit der quantitativen Erhebung von Studierendenzahlen und Erfolgszahlen beschäftigten. In den 1970er Jahren erfolgte eine Umfokussierung, weg von den übergeordneten Abbruchquoten hin zu den Prozessen, die die Studierenden selbst durchlaufen. Dies ist deutlich in der Modellierung nach Tinto (1975) erkennbar (vgl. Kapitel 1.3.1). In den 1990er Jahren verschob sich dann der Blick im Zuge der Profilbildung der Hochschulen weg vom Prozess des Individuums hin zur Institution (Schröder-Gronostay und Daniel 1998). Ein großer Teil der Untersuchungen auf

2.1 Stand der Forschung zu Abbruchmechanismen im Studium

diesem Gebiet wird in einer umfassenden Metaanalyse von Hell et al. (2008) aufgegriffen.

Spätestens seit der Bolognareform ist die Problematik erneut in den Blick der Öffentlichkeit geraten und hat damit umfangreiche Forschungsarbeiten initiiert. Aktuelle Bund-Länder-Programme, wie der ‚Qualitätspakt Lehre‘ oder die Förderlinie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ‚Studienerfolg und Studienabbruch‘, verdeutlichen das Interesse an der Thematik und deren Relevanz.

Heute wird das Problem sehr vielschichtig betrachtet, wobei Studienerfolgsprozesse fachübergreifend und fachspezifisch auf interne Wirkmechanismen (vgl. Kapitel 1.3) oder übergeordnete Zahlenverhältnisse qualitativ und quantitativ analysiert werden.

Eine Auswahl entsprechender Forschungsarbeiten wird im Folgenden vorgestellt. Hierbei sollen nur besonders relevante Ergebnisse für das vorliegende Forschungsprojekt dargelegt werden.

2.1 Stand der Forschung zu Abbruchmechanismen im Studium

2.1.1 Ursachen für Studienabbrüche nach Blüthmann et al. (2008)

In einer universitätsweiten Studie an der Freien Universität Berlin (FU Berlin) wurden in Anlehnung an die Forschungsergebnisse der HIS (Heublein et al. 2003) Skalen zur Ermittlung von Abbruchgründen von Bachelorstudierenden entwickelt und evaluiert, um anhand der Ergebnisse Aufschluss über Ursachen des Studienabbruchs zu gewinnen. Die Modellierung des Studienerfolgsprozesses geschah dabei entsprechend des *allgemeinen theoretischen Modells zum Studienerfolg* nach Thiel et al. (2008) (s. Kapitel 1.3.2). Dieses Forschungsprojekt entstand im Zuge der Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge. Daher erfolgte die Konstruktion der Skalen zu Exmatrikulationsgründen im Bachelorstudium auf der Grundlage der vom HIS genutzten Skalen unter Berücksichtigung von Änderungen durch die Studienreform. Es mussten Itemformulierungen an den Bachelorstudiengang angepasst und neue, bachelorspezifische Items hinzugefügt werden (Blüthmann et al. 2008).

In einer Pfadanalyse wurde untersucht, inwieweit die Studienvoraussetzungen, die Studiensituation und persönliche Bedingungsfaktoren zum Abbruch führen

können (Blüthmann et al. 2008). Hierzu wurden 439 Personen, die ein Bachelorstudium an der FU Berlin im Jahr 2006 abgebrochen hatten, mit einem Fragebogen befragt.

Bei der Konstruktion des Fragebogens wurden die Bedingungsfaktoren zum Studienerfolg, nämlich individuelle Studienvoraussetzungen, außeruniversitäre Kontextbedingungen und studienbezogene Faktoren miteinander in Beziehung gesetzt und mit fünf durch die HIS ermittelten möglichen Abbruchgründen abgeglichen (Heublein et al. 2003).

23 Items zu den Studienabbruchgründen konnten in einer explorativen Faktorenanalyse zu fünf Faktoren zusammengefasst werden (Blüthmann et al. 2008): *Studienbedingungen*, *Studienanforderungen*, *berufliche Neuorientierung*, *mangelnde Studienmotivation* und *beruflich-finanzielle Faktoren*. Diese Faktoren erklären zusammen 60% der Gesamtvarianz der Angaben zu den Exmatrikulationsgründen und decken sich stark mit der inhaltlichen Faktorstruktur der HIS-Studie (Heublein et al. 2003). Durch die Bolognareform scheinen sich also die Abbruchmotive selbst nicht geändert zu haben, jedoch ihre Gewichtung.

In einer konfirmatorischen Pfadanalyse konnten die Einflüsse verschiedener Variablen auf die Abbruchgründe aufgrund der Studienbedingungen und der Studienanforderungen ermittelt werden (Blüthmann et al. 2008). Dabei stellte sich heraus, dass die Beurteilung der Studieninhalte, die Beurteilung der Studien- und Prüfungsorganisation und die Betreuung und Unterstützung verstärkt zum Abbruch aufgrund der Studienbedingungen führen, wobei die HZB und persönliche Belastungen eher zum Abbruch bezüglich der Studienanforderungen führen. Insgesamt konnte damit nur mäßig viel Varianz aufgeklärt werden. Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass sich eine bessere Organisation und Betreuung während des Studiums positiv auf den Studienerfolg auswirken kann, womit der Universität eine große Verantwortung zukommt (ebd.).

2.1.2 Identifikation von Ursachen für einen Studienabbruch nach Albrecht (2011)

Von besonderem Interesse für das vorliegende Forschungsvorhaben sind die Ergebnisse einer Studie von Albrecht (2011). Hierbei handelt es sich um eine Forschungsarbeit, die gezielt die Studiengänge Physik und Lehramt Physik an der FU Berlin und der Universität Kassel, sowie Exmatrikulierte beider Universitäten bezüglich des Studier- und Abbruchverhaltens beforschte. Die beiden wesentlichen Aspekte der Arbeit bilden zum einen die Ursachen, die die Exmatrikulierten zur

2.1 Stand der Forschung zu Abbruchmechanismen im Studium

Exmatrikulation bewegt haben und zum anderen die Unterschiede zwischen Exmatrikulierten und Weiterstudierenden, die als Prädiktoren zur Exmatrikulation gedeutet werden können.

Im Folgenden werden die Abbruchprozesse, die den Studienergebnissen zu entnehmen sind, dargestellt, im Kapitel 2.2.6 die Prädiktoren zum Studienabbruch nach Albrecht (2011).

Die Grundlage der Modellierung des Studienerfolgsprozesses war das *allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs* nach Thiel et al. (2008), modifiziert und erweitert nach Albrecht (2011) (s. Kapitel 1.3.3).

In einer Teilstudie zu den Abbruchursachen wurden 51 exmatrikulierte Studierende aus dem Fach und Lehramt Physik mit einem Fragebogen, bestehend aus teilweise modifizierten Skalen nach Thiel et al. (2008) und Ergänzungen durch Skalen von Schecker et al. (2006) sowie Schiefele et al. (2002), retrospektiv zu Eingangsvoraussetzungen, Studier- und Lernverhalten sowie Studien- und Kontextbedingungen befragt (Albrecht 2011). Als Exmatrikulationsgründe wurden dieselben fünf Kategorien wie bei Blüthmann et al. (2008) erfragt (Studienbedingungen, Studienanforderungen, berufliche Neuorientierung, mangelnde Studienmotivation und beruflich-finanzielle Faktoren).

Es ergab sich, dass sowohl bei Fach- als auch bei Lehramtsstudierenden die *inhaltlichen Anforderungen*, meist durch mangelnde mathematische Vorkenntnisse begründet, die häufigste Abbruchursache darstellten. Bei beiden Gruppen bildete die *mangelnde Studienmotivation* die zweithäufigste Abbruchursache, gefolgt von den *Studienbedingungen*. Die *berufliche Neuorientierung* und *berufliche oder finanzielle Gründe* waren die Abbruchursachen, die am seltensten genannt wurden (Albrecht 2011).

2.2 Forschungsstand zur Vorhersage von Studienerfolg

Im folgenden Kapitel werden ausgewählte Studien zusammengefasst, die sich mit der Prognose von Studienerfolg im mathematisch-naturwissenschaftlichen Studium bzw. im Lehramtsstudium auseinandersetzen, um einen Überblick über die verschiedenen Vorgehensweisen zu geben sowie deren Ergebnisse unter Berücksichtigung ihrer Grenzen zu nutzen.

2.2.1 Entwicklung von Bedingungen für Studienleistungen nach Schiefele et al. (2007)

Schiefele et al. (2007) untersuchten in einer Längsschnittstudie die Entwicklung von *Lernmerkmalen* und *Bedingungen von Studienleistungen*. Im Zuge des Längsschnitts ergab sich als weiteres Forschungsziel die Unterscheidung zwischen Abbrecher*innen und Weiterstudierenden. Ein besonderes Merkmal dieser Studie ist die Unterscheidung zwischen Früh- und Spätabbrecher*innen. Als Frühabbrecher*innen gelten Personen, bei denen der Abbruch innerhalb der ersten beiden Studiensemester stattfindet, die übrigen gelten entsprechend als Spätabbrecher*innen.

Die durchgeführten Analysen beruhen auf einer Teilstichprobe des SMILE-Projekts (*Selbstkonzept, Motivation, Instruktionsqualität, Lernstrategien* und *epistemologische Überzeugungen*) (vgl. Moschner 2000; Schiefele et al. 2003), in dem über sechs Jahre hinweg (von 1996 bis 2002) drei Kohorten von Studierenden verschiedener Fächer an der Universität Bielefeld einmal pro Semester (ca. drei Wochen nach Vorlesungsbeginn) zu leistungsrelevanten Merkmalen befragt wurden (Schiefele et al. 2007). Zu Beginn der Studie bestand die Stichprobe aus 1265 Erstsemesterstudierenden und 331 Studierenden höherer Semester. Dabei wurden folgende Konstrukte und Variablen erfasst:

Soziodemographische Variablen, Kinder, Ausbildung vorhanden, Wohnform, etc., Schulleistung und studienbezogener Kenntnisstand, HZB, Selbsteinschätzung berufsbezogener Interessen, Motivation, Variablen zu Studieninteresse, leistungsorientierte extrinsische Motivation, wettbewerbsorientierte extrinsische Motivation, berufsbezogene extrinsische Motivation, Demotivation, Volition, epistemische Neugier, Berufszufriedenheit, gesellschaftlicher Nutzen, extrinsische Berufsziele, Selbstkonzept, allgemeines Selbstwertgefühl (SW), generell akademisches SW, sprachliches SW, mathematisches SW, studienspezifisches SW, Lernstrategien –

2.2 Forschungsstand zur Vorhersage von Studienerfolg

LIST nach Wild und Schiefele (1994), *kognitive Strategien, metakognitive Strategien, ressourcenorientierte Strategien, soziale Kompetenz, soziale Interaktion und soziale Ängstlichkeit, Lehrqualität, Kompetenz/Engagement, Leistungsdruck und Gesamtbeurteilung, epistemologische Überzeugung, Überzeugungen, die die Natur des Wissens betreffen* (Schiefele et al. 2002).

In einer zweifaktoriellen multivariaten Varianzanalyse wurden die angenommenen Mittelwertunterschiede untersucht. Die Ergebnisse sagen aus, dass Abbrecher*innen durchschnittlich eine schlechtere HZB aufweisen als Weiterstudierende. Darüber hinaus zeigen sich zu Studienbeginn nur für die Bereiche *Motivation, Lernstrategien* und *Lehrqualität* signifikante (bzw. marginal signifikante) Effekte des Faktors Abbruch (mit jeweils mittleren Effektstärken), nicht aber für die *finanzielle Situation*, die Selbstkonzeptvariablen, die *soziale Kompetenz* und die *epistemologischen Überzeugungen*.

Außerdem weisen Abbrecher*innen niedrigere Werte in folgenden Bereichen auf: *Studieninteresse* und *Motivation* (mit jeweils mittleren Effektstärken) sowie *Volition* und *epistemische Neugier* (mit jeweils kleinen Effektstärken).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich Abbrecher*innen von Weiterstudierenden hinsichtlich der schulischen Leistungsfähigkeit, der Motivation, des Einsatzes von Lernstrategien und der Beurteilung der Lehrqualität unterscheiden. Dabei bestehen zwischen Früh- und Spätabbrecher*innen keine nennenswerten Unterschiede.

2.2.2 Die Bedeutung von Schulnoten als Erfolgsprädiktor nach Trapmann et al. (2007)

Eine umfangreiche Metastudie über die Bedeutung von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs wurde von Trapmann et al. (2007) veröffentlicht. Hier wurden 26 Studien aus dem europäischen Raum seit 1980 mit insgesamt 83 Validitätskoeffizienten metaanalytisch ausgewertet. Um die verschiedenen Koeffizienten statistisch vergleichbar zu machen, wurde die Methode der Validitätsgeneralisierung nach Raju et al. (1991) eingesetzt. Für alle Studien konnte ein positiver prognostischer Zusammenhang von Schulnoten und Studienerfolg festgestellt werden. Für Durchschnittsnoten konnte eine weitaus höhere statistische Vorhersage erzielt werden als für einzelne Noten. Mit 53 integrierten Korrelationen und einer resultierenden Gesamtstichprobe von $N = 48\,178$ wurde ein Validitätskoeffizient von $\rho = .46$ (bei Korrektur der Kriteriumsvalidität) bzw. $\rho = .52$

(bei Korrektur der Kriteriumsvalidität und der Varianzeinschränkung durch Selektion) ermittelt, für durchschnittliche deutsche Abschlussnoten (u. a. HZB) sogar Werte von $\rho = .47$ bzw. von $\rho = .53$.

Zur Bestimmung der Vorhersage fachnaher Einzelnoten auf Studienerfolg konnten sieben Koeffizienten berücksichtigt werden, welche einen mittleren Validitätskoeffizienten von $\rho = .31$ bzw. von $\rho = .36$ ($N = 947$) ergaben. Für die Mathematiknote konnten die Werte von $\rho = .27$ bzw. $\rho = .32$ bei der Note der jeweiligen Muttersprache lediglich Werte von $\rho = .22$ bzw. $\rho = .26$ ermittelt werden. Die Mathematiknote eignet sich besonders gut, Studienerfolg in mathematisch-naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen vorherzusagen (Trapmann et al. 2007). Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass die Vorhersagekraft der untersuchten Kriterien geringer wurde, je länger die Erhebungszeitpunkte auseinanderlagen.

Unter Betrachtung des Moderators *Studienfach* wurde der stärkste Zusammenhang von Schulnoten und Studienerfolg bei den Natur- und Ingenieurwissenschaften bestimmt ($\rho = .51$ bzw. $\rho = .58$).

Insgesamt werden die hohen prädiktiven Validitäten von Schuldurchschnittsnoten darauf zurückgeführt, dass sie eine Aggregation ganz verschiedener Fähigkeiten und Fertigkeiten, gemessen durch unabhängige Bewertende über einen langen Zeitraum darstellen (Trapmann et al. 2007).

2.2.3 Der Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg im Fach Chemie nach Freyer (2013)

In einer Studie von Freyer (2013) wurden die Studieneingangsvoraussetzungen bei Chemiestudierenden erhoben und hinsichtlich ihrer Vorhersagekraft zum Studienerfolg analysiert. Dies fand mit einem Testinstrument im Fragebogenformat im Prä-Post-Design statt. Der Prätest wurde zu Beginn des ersten Fachsemesters durchgeführt. Hier wurden die Eingangsvoraussetzungen der Studierenden erfragt. Der Test enthielt selbstentwickelte und pilotierte Skalen zu *Selbsteinschätzungen*, *Fachinteresse*, *Studienvorstellungen*, *schlussfolgerndem Denken*, einen Fachwissenstest sowie personenbezogene Angaben. Im Posttest wurden, bis auf die beiden Teile zu *schlussfolgerndem Denken* und Personenangaben, die gleichen Skalen erneut verwendet. Darüber hinaus wurden die Noten der ersten Chemieklausur erfasst. Die Studie umfasste Stichproben von vier deutschen Hochschulen.

2.2 Forschungsstand zur Vorhersage von Studienerfolg

Die Testergebnisse wurden hinsichtlich ihrer Entwicklung über den Verlauf des ersten Studienseesters untersucht. Außerdem wurde die Vorhersagekraft der einzelnen Prädiktoren auf einen Studienerfolg überprüft. Dabei wurde Studienerfolg über die Note der Chemieklausur am Ende des ersten Studienseesters operationalisiert. Durch die HZB, den Vorwissenstest und das Wunschfach konnten 25,3% der Varianz der Klausurpunktzahl aufgeklärt werden. Das *Fachinteresse* zeigte in dieser Studie keinen Einfluss auf den Studienerfolg. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass es signifikante Unterschiede zwischen den Studierenden, die die Klausur mitgeschrieben hatten und denen, die nicht zur Klausur angetreten waren, gab. Sie unterschieden sich in ihrer HZB, dem Ergebnis des Vorwissenstests, dem Ergebnis zum *schlussfolgernden Denken* und gaben häufiger an, dass sie lieber ein anderes Studienfach studiert hätten.

Bei Rindermann und Oubaid (1999) stellen sich Studiennoten als bester Prädiktor für Studienerfolg heraus, was eine Operationalisierung des Studienerfolgs in Form der Klausurnote vielversprechend macht. Allerdings ist bei der Studie nach Freyer (2013) fraglich, ob die Klausurpunktzahl des ersten Fachsemesters als einziger Indikator für Studienerfolg ein geeignetes Maß ist, da es sich hierbei nicht um die Kumulation aus mehreren, sondern nur um eine Einzelnote handelt. Freyer (2013) stellt mehrere Argumente zusammen, die für eine geringe Verlässlichkeit dieses Kriteriums zur Messung des Studienerfolgs plädieren. Hierzu gehört die große Varianz an Benotungen die durch den Vergleich an verschiedenen Hochschulen und die Bewertung durch unterschiedliche Dozierende entstanden. Darüber hinaus kann eine einzelne Studiennote nur wenige Informationen abbilden. Die Argumente, die für die Operationalisierung des Studienerfolgs über eine Klausurnote sprechen, sind lediglich die einfache Erfassbarkeit und die Abbildung der Leistung über fachspezifische Inhalte.

2.2.4 Studienerfolgsvorhersage im Fach Mathematik nach Blömeke (2009)

Blömeke (2009) untersuchte Mathematikstudierende längsschnittlich zu ihrem Ausbildungs- und Berufserfolg. Sie fokussierte in ihrer Studie auf eine getrennte Untersuchung von Lehramtsstudierenden und Fachstudierenden, um die Unterschiede in der Vorhersage zum Studienerfolg von beiden Gruppen zu ermitteln. Der Erfolg wurde über das Modell des Zusammenhangs von Studierendenauswahl und Ausbildungs- bzw. Berufserfolg nach Blömeke (2009) (s. Kapitel 1.3.4) modelliert.

Der Längsschnitt umfasst vier Jahre mit drei Messzeitpunkten. Dabei wurden die HZB, das Belegen eines Mathematik-Leistungskurses, *fachliches Interesse*, *fachliche Studienmotivation* und das *Selbstkonzept* in zwei Ausprägungen gemessen. Hierzu wurden Skalen zu *Interesse an Mathematik* und *fachbezogener Studienmotivation* entwickelt und eine bereits bestehende Skala zum *Selbstkonzept* von Spence et al. (1974) genutzt. Der Ausbildungserfolg wurde über die Studiendauer, die Studienabschlussnote, die *Studienzufriedenheit* und das *Belastungserleben* operationalisiert. Es handelt sich bei der Abbruchintention um eine ja/nein Frage und beim *Belastungserleben während des Studiums* um eine Skala bestehend aus nur zwei Items. Der anschließende Berufserfolg wurde über die Karriereentwicklung, die *Zufriedenheit* und das *Belastungserleben* gemessen. Dabei wurden *Berufszufriedenheit* und *Belastungserleben im Beruf* an existierende Skalen angelehnt (Neuberger und Allerbeck 1978; Prümper et al. 1995). Die Stichprobenunterschiede wurden beschrieben und die Vorhersagekraft der verschiedenen Prädiktoren durch ein mehrschrittiges Verfahren mittels Regressionsanalysen bestimmt.

Es konnte festgestellt werden, dass auch hier die HZB die höchste Vorhersagekraft zum Studienerfolg in Form der Examensnote hat, wobei der Zusammenhang bei den Diplomstudierenden ($r = .43$) sogar noch höher als bei den Lehramtsstudierenden ($r = .33$) ist. Für die Diplomstudierenden konnte sogar eine Korrelation zwischen der HZB, dem *Belastungserleben während des Studiums* und Abbruchintentionen gefunden werden. Die HZB weist bei den Lehramtsstudierenden allerdings kaum eine eigenständige Vorhersagekraft für den Studienerfolg auf. Dies liefert einen wichtigen Hinweis dafür, dass die Ergebnisse von Fachstudierenden nicht immer auf Lehramtsstudierende des gleichen Fachs übertragen werden können. Das Belegen eines Mathematikleistungskurses konnte nur in geringem Maß die Examensnote vorhersagen. Signifikante Korrelationen konnten jedoch zwischen *Fachinteresse* und der Studiendauer von Lehramtsstudierenden sowie Abbruchintentionen beider Studierendengruppen festgestellt werden. Je stärker die fachlich ausgerichtete *Studienmotivation* ausfiel, desto besser war der Studienabschluss ($r = -.15$ (Diplomstudierende) bzw. $r = -.23$ (Lehramtsstudierende)), desto geringer war das *Belastungserleben* ($r = -.13$) und desto seltener herrschte eine Abbruchintention ($r = -.21$ (Diplomstudierende) bzw. $r = -.18$ (Lehramtsstudierende)). Ebenso sank die Studiendauer mit einer sinkenden Abbruchintention und steigendem Fachinteresse. Über die Selbstkonzeptskalen konnten mittlere Vorhersageeffekte ermittelt werden. Zwischen den beiden Gruppen (Diplom- vs. Lehramtsstudierende) konnten keine Unterschiede zwischen den kognitiven Ein-

2.2 Forschungsstand zur Vorhersage von Studienerfolg

gangsvoraussetzungen gefunden werden. Allerdings wiesen die Diplomstudierenden eine höhere Fachmotivation auf. Mehr als ein Drittel der Diplomstudierenden und mehr als die Hälfte der Lehramtsstudierenden hatten im Studium mit Abbruchintentionen zu kämpfen. Insgesamt konnten objektive Indikatoren am besten durch kognitive Prädiktoren, subjektive Indikationen am besten durch psycho-motivationale Prädiktoren vorhergesagt werden.

In der beschriebenen Studie wurden nur Studierende erfasst, die ihr Hochschulstudium beendet und einen Beruf im Anschluss ergriffen hatten. Dadurch können keine Aussagen über Misserfolge in Form von Studienabbruch oder -verbleib getroffen werden.

2.2.5 Eingangsvoraussetzungen und Studienerfolg im Fach Biologie von Schachtschneider (2016)

In einer Studie von Schachtschneider (2016) wurden die Eingangsvoraussetzungen von Biologiestudierenden erhoben und analysiert, inwieweit die gemessenen Konstrukte Aussagen über einen Studienerfolg ermöglichen. Zu diesem Zweck wurde ein Fachwissenstest zum studienrelevanten Abiturwissen in Form eines Testhefts konzipiert und pilotiert. Dieser wurde zu Beginn des Studiums bei der relevanten Kohorte erhoben. Begleitend dazu wurden auch soziodemografische Daten sowie Skalen zu *Studienwahlmotiven* nach Pohlmann und Möller (2010), *Selbstwirksamkeitserwartungen* nach Jerusalem und Schwarzer (1986) und Schwarzer (1999) sowie das *Fähigkeitsselbstkonzept* nach Dickhäuser et al. (2002) erfasst. Im Rahmen eines Längsschnittdesigns wurden nach vier Semestern die Studierenden erneut befragt. Dabei wurde das im ersten Semester genutzte Testinstrument noch um eine Skala zur *Studienzufriedenheit* nach Thiel et al. (2008) und zur *Selbsteinschätzung zum Lernzuwachs* (Thiel et al. 2008) ergänzt. Es konnte festgestellt werden, dass das Selbstkonzept über den Erhebungszeitraum hinweg konstant blieb. Die *Selbsteinschätzung zum Lernzuwachs* korrelierte nicht mit dem durch den Fachwissenstest gemessenen Lernzuwachs. Dieses Ergebnis könnte mehrere Ursachen haben: der Fachwissenstest misst nicht valide, die Studierenden berücksichtigten Lernzuwächse, die das Testinstrument nicht mit erfasste oder die Studierenden konnten oder wollten den eigenen Lernzuwachs nicht adäquat schätzen.

Im Folgenden werden zwei wesentliche Punkte der Studie vertiefend betrachtet: 1. Schachtschneider (2016) hebt zu Beginn der Arbeit hervor, dass Studienabbrüche laut Heublein et al. (2010) innerhalb der ersten zwei Fachsemester stattfinden

den. Deshalb werden die genannten Konstrukte im ersten und vierten Fachsemester erfasst. Die Studierenden, die durch den personenspezifischen Code beiden Erhebungszeitpunkten zuzuordnen waren, bildeten die Längsschnittstichprobe ($N = 61$), worüber die Vorhersage der gemessenen Konstrukte zum Studienerfolg berechnet wurde. Auch wenn, wie Schachtschneider (2016) argumentiert, ein Nichterscheinen zum zweiten Erhebungszeitpunkt nicht zwangsläufig als ein Studienmisserfolg gewertet werden kann, liegt es nahe, dass die in der Stichprobe enthaltenen Studierenden eine Positivselektion ausmachen. Dabei erscheint es plausibel, dass gerade jene Studierenden, die zum zweiten Befragungszeitpunkt erschienen, diejenigen sind, die ihr Studium erfolgreich bewältigen. Schachtschneider (2016) selbst geht in der Diskussion auf diesen Aspekt ein. Es ist aber nicht ersichtlich, ob und wie dies in die Bewertung einbezogen wird. In den naturwissenschaftlichen Fächern finden Studienabbrüche meist innerhalb der ersten Semester und vorzugsweise aufgrund von Leistungsschwierigkeiten statt (Albrecht 2011; Heublein et al. 2010). Es wäre somit sinnvoll gewesen, diesen Aspekt bei der Erfolgsdefinition zu berücksichtigen. Dies könnte die geringe Prognosekraft der einzelnen Konstrukte erklären. Ein Vergleich der Mittelwerte der Testergebnisse von den Studienanfänger*innen, die nicht zum vierten Semester befragt wurden mit denen, die zu beiden Zeitpunkten anwesend waren, könnte ein klareres Bild ergeben.

2. Schachtschneider (2016) interpretiert ihre Ergebnisse so, dass ein niedrigerer Bildungs- und ein Migrationshintergrund mit geringfügig schlechteren Leistungen im Eingangstest zusammenhängen, dass jedoch im Längsschnitt weder Bildungs- noch Migrationshintergrund eine Prognosekraft für den Studienerfolg haben. Hierbei macht sich die Positivselektion der Stichprobe bemerkbar. Nach vier Semestern hatte sich die Verteilung der Stichprobe geändert (Schachtschneider 2016). Der Anteil an Studierenden mit Migrationshintergrund ist zurückgegangen und der mittlere Bildungshintergrund ist angestiegen. Ein Nichterscheinen zum zweiten Erhebungszeitpunkt ist, laut Schachtschneider (2016), nicht zwangsläufig auf einen Studienmisserfolg zurückzuführen, weshalb aus ihrer Sicht keine Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren hergestellt werden sollten. Diese Argumentation ist zwar teilweise zulässig, es sollten jedoch nicht die Indizien für Bildungsungerechtigkeit vernachlässigt werden, sondern vielmehr zu vertiefender Forschung führen.

2.2.6 Identifikation von Risikofaktoren im Fach Physik nach Albrecht (2011)

Von besonderer Relevanz für die vorliegende Arbeit sind die Forschungsergebnisse von Albrecht (2011) aufgrund der großen Ähnlichkeit der Stichprobe. In seiner Studie werden zwei wichtige Aspekte betrachtet: die Ursachen, die zu einer Exmatrikulation aus dem Physikstudium geführt haben und die Unterschiede zwischen Exmatrikulierten und Weiterstudierenden bezüglich verschiedener Konstrukte. Die Ergebnisse zu den Ursachen werden im Abschnitt zur Studienabbruchforschung separat geschildert (s. Kapitel 2.1.2). In diesem Abschnitt werden die vorliegenden Forschungsergebnisse über Prädiktoren für Studienerfolg dargestellt. Im Folgenden werden die Vorgehensweise und die Ergebnisse zu den beforschten Prädiktoren vorgestellt.

In der Studie von Albrecht (2011) wurden im Jahr 2008 aktiv studierende sowie exmatrikulierte Fach- und Lehramtsstudierende der Physik an der FU Berlin und an der Universität Kassel befragt. Ziel der Studie war es einerseits, Ursachen für die Exmatrikulation zu identifizieren und andererseits, Prädiktoren für die Exmatrikulation in diesem Fach zu bestimmen. Als Befragungsinstrument bezüglich der Prädiktoren wurde eine adaptierte Version des Instruments von Thiel et al. (2008) genutzt. Es wurden verschiedene Skalen von Schiefele et al. (2002) und Schecker et al. (2006) hinzugefügt. Es wurden folgende Konstrukte erhoben:

- Studienbedingungen: *Aufbau und Struktur, Inhaltliche Ausgestaltung, Studien- und Prüfungsorganisation, Studienklima, Lehrqualität, Betreuung und Unterstützung, Wahrnehmung der Gesamtbelastung.*
- Eingangsvoraussetzungen: *HZB, Tätigkeit vor Studienbeginn, Studienwahlmotive, Studienwunsch, Informiertheit, soziodemographische Variablen, Informationsquellen, Mathematik Brücken-/Vorkurs.*
- Studier- und Lernverhalten: *Lernschwierigkeiten, Lernen mit anderen, Anstrengungsmanagement, Zeitmanagement, Studieninteresse, gegenstandsbezogene intrinsische Motivation, leistungsbezogene extrinsische Motivation, berufsbezogene extrinsische Motivation, Demotivation, intrinsische Berufsziele.*
- Kontextbedingungen: *Erwerbstätigkeit, Familiensituation, Krankheit.*
- Studienerfolg: *Studienzufriedenheit.*

Bei der Stichprobe handelte es sich um 177 Fach- und 67 Lehramtsstudierende des ersten Fachsemesters der FU Berlin und der Universität Kassel. 140 Fach- und 48 Lehramtsstudierende konnten noch zu zwei weiteren Befragungszeitpunkten (am Ende des ersten und am Ende des zweiten Semesters) erfasst werden, was durch personenbezogene Codes auf den Fragebögen sichergestellt wurde. Zusätzlich wurden 51 Exmatrikulierte mit einem angepassten Instrument, ebenfalls in Anlehnung an Thiel et al. (2008) und Schecker et al. (2006) befragt. Im Rahmen einer logistischen Regression wurden die Einflüsse der erfragten Konstrukte auf den Studienverbleib bzw. die Exmatrikulation bei den Fachstudierenden berechnet. Aufgrund der geringen Stichprobengröße der Lehramtsstudierenden konnten an dieser Stelle nur Mittelwertvergleiche vorgenommen werden. Die logistische Regression ergab ein sechsstufiges Modell, bestehend aus folgenden Faktoren: HZB, Fachinteresse, Parkstudium, Informiertheit über die Studienanforderungen, Betreuung und Unterstützung und Schwierigkeiten in der Vereinbarkeit zwischen Studium und Familie. Durch dieses Modell konnte das Exmatrikulationsverhalten sehr gut aufgeklärt werden (Albrecht 2011). Zusätzlich zeigte sich die HZB als stärkster Prädiktor für den Studienerfolg. Eine Steigerung der HZB um eine ganze Note steigerte die Erfolgchance um den Faktor 8.75. Stieg die Zustimmung um eine Einheit bezüglich des Faktors Parkstudium, so erhöhte sich die Misserfolgchance um den Faktor 2.4. (Albrecht 2011).

Beim Vergleich der Mittelwerte der Lehramtsstudierenden zeigte sich, dass sich Exmatrikulierte durch eine geringere Informiertheit, eine schlechte HZB und eine stärkere Neigung zum Parkstudium auszeichnen. Des Weiteren weisen exmatrikulierte Lehramtsstudierende eine geringere Studienzufriedenheit auf und haben häufiger Lernschwierigkeiten als Weiterstudierende (Albrecht 2011).

2.2.7 Die Bedeutung der Studierfähigkeit im Physikstudium nach Sorge et al. (2016)

Im Rahmen einer Befragung von $N = 158$ Erstsemesterstudierenden der Physik konnten Sorge et al. (2016) den Zusammenhang zwischen dem Studienerfolg in Form des Bestehens der Physik Klausur am Ende des ersten Studiensemesters und verschiedenen Variablen der Studierfähigkeit zu Beginn des Studiums bestätigen. Das Testinstrument bestand aus zwei Teilen. Der erste beinhaltete soziodemografische Angaben, Schulnoten und die Frage nach dem Wunschfach. Der zweite Teil war ein Vorwissenstest und beinhaltete 20 Multiple-Choice-Items zu verschiedenen Themenbereichen der Physik. Die Einflüsse der gemessenen Variablen auf den Studienerfolg (operationalisiert über das Bestehen der Klausur und die Klausurnote) wurden innerhalb einer logistischen Regression bestimmt. Es

2.2 Forschungsstand zur Vorhersage von Studienerfolg

zeigte sich, dass die HZB und die letzte Physiknote in der Schule das Bestehen der Klausur der Proband*innen in 87% der Fälle korrekt prognostizieren konnten. Die HZB war in dieser Studie der stärkste Prädiktor für das Bestehen. Die Ergebnisse des Vorwissenstests konnten bezüglich des Bestehens der Klausur keinen Varianzaufklärungsbeitrag über die HZB hinaus leisten. Allerdings war das Ergebnis des Vorwissenstests der einzige Faktor, der eine Vorhersage zur Klausurnote leistete.

2.2.8 Einfluss von Fachwissen und Fachkompetenz auf den Studienerfolg in Physik nach Buschhüter et al. (2017)

Die Einflüsse von mathematischem bzw. physikalischem Fachwissen sowie physikalischer Fachkompetenz auf den Studienerfolg wurden in einer Studie von Buschhüter et al. (2017) untersucht. Hierfür kam ein Testheft bestehend aus drei unabhängigen Testteilen zum Einsatz. Die ersten beiden Testteile bildete der Studieneingangstest von 1978 (Krause und Reiners-Logothetidou 1981) aus je einem Fachwissenstest für Mathematik und Physik (Buschhüter et al. 2017). Der dritte Teil war ein Physikkompetenztest nach Schoppmeier (2013). Das Testheft kam bei $N = 127$ Studienanfänger*innen des Fachs Physik zum Einsatz. Nach vier Semestern wurden die Proband*innen in zwei Gruppen eingeteilt: Abbrecher*innen und Erfolgreiche. Der Gruppe der Erfolgreichen wurde je ein *Studienleistungsparameter (SLP)* zugeordnet, der sich aus Studiennoten und den erreichten Credit-Points zusammensetzte. Die Testergebnisse der Erfolgreichen wurden linear auf den *SLP* regressiert. Um die Testergebnisse bezüglich Abbruch oder Erfolg einzuordnen, wurde ein logistisches Modell angewandt. Es zeigte sich, dass die Ergebnisse des Testteils über physikalisches Fachwissen keinen über die Mathematikkenntnisse hinaus gehenden Aufklärungsbeitrag über Studienabbruchursachen leisten konnten. Jedoch eignete sich der Physikkompetenztest zur Varianzaufklärung des *SLP*. In Kombination mit dem Mathematikfachwissenstest konnte der Physikkompetenztest einen Varianzanteil von $R^2 = .44$ aufklären.

2.2.9 Der Zusammenhang von Modellierungskompetenz und Studienerfolg in Physik nach Müller (2019)

In einem längsschnittlichen Studiendesign wurde der Zusammenhang zwischen der *mathematischen Modellierungskompetenz* und den Studienerfolgfacetten: Klausurleistung, Studienzufriedenheit und Studienverbleib im Fach Physik nach dem Ende des zweiten Semesters ermittelt (Müller 2019). Dazu wurde ein Testinstrument zur *mathematischen Modellierungskompetenz* entwickelt, pilotiert

und an zwei Hochschulen zum Einsatz gebracht ($N = 109$). Die Studienzufriedenheit wurde nach dem ersten und nach dem zweiten Studiensemester erfragt. Sie blieb (bei den Personen, die beide Testhefte bearbeitet hatten) über den Zeitraum konstant und wurde nicht durch die *mathematische Modellierungskompetenz* vorhergesagt. Letztere stieg über den Messzeitraum an. Der Faktor *mathematisches Fachwissen* erwies sich insgesamt als stärkster Prädiktor für die Studienerfolgsfacetten Verbleib im Studium und Klausurnoten. Das *physikalische Fachwissen* und die *mathematische Modellierungskompetenz* erwiesen sich nur als mittelstarke Prädiktoren für Klausurnoten. Für den Verbleib im Studium konnte die *mathematische Modellierungskompetenz* keinen signifikanten Aufklärungsbeitrag leisten.

2.3 Prädiktoren und Ursachen für einen Studienabbruch

Prädiktoren und Ursachen für einen Studienabbruch werden in der Literatur teilweise synonym verwendet. Sie sollten jedoch differenziert voneinander betrachtet werden, da sie das Phänomen aus verschiedenen Perspektiven erfassen. Ursachen für einen Abbruch sind auf der persönlichen Ebene des Individuums begründet. Hierbei handelt es sich also um einen (zumindest gefühlten) kausalen Zusammenhang. Prädiktoren hingegen sind latente Konstrukte oder manifeste Variablen, die in der Zielgruppe mit einer höheren Abbruchwahrscheinlichkeit einhergehen. Es ist also ein statistischer, nicht notwendigerweise kausaler Zusammenhang.

Ein möglicher Prädiktor für einen Studienabbruch können z. B. mangelnde kognitive Fähigkeiten sein. Diese mangelnden kognitiven Fähigkeiten könnten zu Leistungsschwierigkeiten führen. Bräche dann der/die Studierende das Studium ab, wären die Leistungsschwierigkeiten die direkte und von der Person selbst als solche wahrgenommene Ursache für den Abbruch, nicht aber die mangelnden kognitiven Fähigkeiten, die jedoch einen Prädiktor darstellen.

Die Ursachen für die Entscheidung zum Studienabbruch sind vielfältig. Oft führt nicht nur ein einzelner Grund, sondern eine Kombination aus mehreren verschiedenen zum Abbruch (Albrecht 2011; Heublein et al. 2010). Die im Folgenden dargestellten Ursachen finden sich entsprechend nur in Anteilen in den anschließend dargelegten Risikofaktoren wieder. Als Ursache wird in der vorliegenden Arbeit ein Grund angesehen, der von dem/der Abbrechenden selbst als ausschlaggebend oder beeinflussend zur Abbruchentscheidung angegeben wird.

2.3.1 Ursachen für Studienabbruch

Wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert, wurden in verschiedenen Studien die Ursachen zum Studienabbruch untersucht. Für das vorliegende Forschungsprojekt sind drei Studien von besonderer Bedeutung: Durch ihren Umfang und ihre große Bekanntheit sind die Ergebnisse der HIS-Studien (Heublein et al. 2010; Heublein et al. 2003) von besonderem Interesse. Die Ergebnisse von Albrecht (2011) entstammen zwar einer sehr viel kleineren Studie, dafür sind sie aber durch die fachliche und inhaltliche Nähe zu diesem Projekt höchst relevant. Die große Überschneidung der Abbruchursachen zwischen den fachübergreifenden Studien der HIS und der fachbezogenen Studie nach Albrecht (2011) beruht darauf, dass die Kategorien letzterer auf denen ersterer beruhen. In Tabelle 3 werden aus drei Studien die Ursachen für einen Studienabbruch aufgelistet und in den folgenden Spalten die jeweilige Relevanz in den Studien prozentual und nach ihrem angegebenen Stellenwert in der jeweiligen Studie hierarchisiert dargestellt. Diese können im Fach Physik aber anders gewichtet sein als im fächerübergreifenden Durchschnitt.

Anschließend werden die benannten Ursachen genauer ausgeführt und zum Teil unter Berücksichtigung von Ergebnissen weiterer Studien betrachtet.

Tabelle 3: Hierarchisierung der Ursachen für Studienabbruch nach Heublein et al. (2003), Heublein et al. (2010) und Albrecht (2011)

	Exmatrikulierte Studierende (bundesweit, fächerübergreifend) Heublein et al. (2003) N ≈ 3000	Exmatrikulierte Studierende (bundesweit, fächerübergreifend) Heublein et al. (2010) N ≈ 2500	Exmatrikulierte Physikstudierende an der FU Albrecht (2011) N = 51
Mangelnde Studienmotivation	16% III	18% IV	24% II
Berufliche Neuorientierung	19% II	10% III	20% IV
Berufliche/finanzielle Probleme	18% V	19% V	4% V
Leistungsprobleme/ inhaltliche Anforderungen	12% IV	20% II	47% I
Familiäre Probleme	11% VI	7% VII	k. A.
Problematische Studienbedingungen	8% I	12% I	6% III
Prüfungsversagen	8% VII	11% VI	k. A.
Krankheit/Notlagen	5% VIII	4% VIII	k. A.

Arabische Zahlen kennzeichnen den Anteil der Abbrecher*innen, die diese Ursache als ausschlaggebend für den Abbruch nannten, in Prozent an.

Römische Zahlen geben hierarchisiert an, wie oft der entsprechende Aspekt zum Abbruch beigetragen hat (Heublein et al. 2003; Heublein et al. 2010) bzw. die Ausprägung des Mittelwerts des entsprechenden Konstrukts (Albrecht 2011).

Mangelnde Studienmotivation: Nach Albrecht (2011) hatte das Abbruchmotiv mangelnde Studienmotivation die zweithöchste Ausprägung. Ebenso galt sie in den Studien nach Heublein et al. (2003) und Heublein et al. (2010) als bedeutend für einen Studienabbruch und zwar für 16% bzw. 18% der Befragten. Die Exmatrikulierten empfanden das Studium als zu theoretisch oder das Interesse war ihnen verloren gegangen (Albrecht 2011). Eine bessere Informiertheit vor Antritt des Studiums und Passung zwischen Interessen- und Studienprofil hätten in diesen Fällen hilfreich sein können (Albrecht 2011).

Berufliche Neuorientierung: Mittelstark ausgeprägt waren die Abbruchgründe beruflicher oder finanzieller Art (s. Tabelle 3). Bis zu 20% der Befragten gaben an, aufgrund einer beruflichen Neuorientierung das Studium zu beenden. Die Vermutung liegt nahe, dass einer Exmatrikulation durch einen besseren Informationsstand vor Antritt des Studiums hätte vorgebeugt werden können (Albrecht 2011). Zusätzlich können auch häufig durchgeführte und sehr zeitintensive Aktivitäten, die inhaltlich nicht mit dem Studienfach zusammenhängen (z. B. Hobbys), zu einer Ursache eines Studienabbruchs werden (Heublein et al. 2003).

Berufliche/finanzielle Probleme: Der Studienabbruch aufgrund beruflicher oder finanzieller Probleme wurde in den zitierten Studien je an fünfter Stelle genannt. Bei den Exmatrikulierten der Physik spielten diese Aspekte mit 4% nur eine untergeordnete Rolle (Albrecht 2011).

Leistungsschwierigkeiten bzw. inhaltliche Anforderungen: Leistungsschwierigkeiten gelten allgemein als besonders häufige Abbruchursache bei Studierenden (Albrecht 2011; Heublein et al. 2003; Heublein et al. 2010). Im Zeitraum von 2003 bis 2010 hat sich die Bedeutung von Leistungsschwierigkeiten für den Studienabbruch sogar deutlich verstärkt (vgl. Tabelle 3). Während es 2003 der viertwichtigste Grund für eine Abbruchentscheidung war, so war es 2010 bereits der zweitwichtigste (Heublein et al. 2010; Heublein et al. 2003). Die Anzahl der Studierenden, die Leistungsschwierigkeiten als den entscheidenden Grund für einen Abbruch angaben, stieg von 12% (2003) auf 20% (2010). In mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern spielt dieser Faktor sogar eine noch größere Rolle als in anderen Fachkulturen (Heublein et al. 2010).

Deutlich drastischere Ergebnisse zeigten sich in der Abbrecher*innenbefragung von Albrecht (2011). Der häufigste Abbruchgrund von Physik Fach- und Lehramtsstudierenden waren inhaltliche Anforderungen und daraus resultierende Leistungsschwierigkeiten. Sogar 47% der befragten Studienabbrecher*innen gaben Leistungsschwierigkeiten als den ausschlaggebenden Grund für die Abbruchentscheidung an. Insbesondere die schwere Nachvollziehbarkeit der Inhalte der Lehrveranstaltungen, vor allem bei jenen mit hohem Mathematisierungsgrad (z. B. theoretische Physik), wurde als entscheidend für den Abbruch eingestuft. Die Befragten konnten die Schwierigkeiten auf ein unzureichendes Vorwissen in Mathematik und Physik zurückführen und gaben an, keine Zeit bzw. Gelegenheit die Fachinhalte nachzuholen, gefunden zu haben (Albrecht 2011).

Familiäre Probleme, Krankheit, Notlagen: Finanzielle und familiäre Notlagen oder Krankheiten stellen ebenso potenzielle Ursachen für einen Studienabbruch

dar (Heublein et al. 2003; Heublein et al. 2010). Diese Ursachen sind nicht im Vorfeld des Studiums kalkulierbar. Abbrecher*innen, die durch Notsituationen bedingt ein Studium beenden, werden nicht vermehrt gleich nach dem Studienbeginn abbrechen, sondern bilden eine ganz eigene Gruppe, die separat von den üblichen Abbrecher*innen betrachtet werden muss. Der Anteil der Abbrecher*innen, die eine Erkrankung oder familiäre Notlage als ausschlaggebenden Abbruchgrund nannten, ist mit 5% sehr gering (Heublein et al., 2003).

Problematische Studienbedingungen: In der Studie von Heublein et al. (2010) empfanden 75% der Exmatrikulierten die Studienbedingungen als problematisch. Wenngleich die Studienbedingungen nur von 12% als ausschlaggebend für den Abbruch eingestuft worden waren, trugen sie jedoch bei den meisten Abbrecher*innen zur Abbruchentscheidung bei (Heublein et al. 2010).

Ähnlich verhalten sich die Ergebnisse von Albrecht (2011): Von nur 6% der Exmatrikulierten wurden die Studienbedingungen als ausschlaggebender Abbruchgrund genannt. Insgesamt lagen problematischen Studienbedingungen in ihrer Nennung an dritter Stelle.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass sich Studienbedingungen oftmals nur indirekt auf eine Abbruchentscheidung auswirken.

Prüfungsversagen: Das Versagen in Prüfungen ist eine der schwächer ausgeprägten Ursachen für einen Studienabbruch. Nur gut jede/r zehnte Exmatrikuliert/e gab diese als Abbruchgrund an, und bei nicht einmal einem Drittel (27%) der Befragten trug das Versagen in Prüfungen überhaupt zur Abbruchentscheidung bei (Heublein et al. 2010).

Falsche Erwartungen: Der Punkt falsche Erwartungen wurde in der obigen Tabelle nicht aufgeführt, da diese nicht als eigentliche Abbruchursache identifiziert wurden. Trotzdem gaben viele der befragten Exmatrikulierten an, dass sie sich bessere Informationen vor Beginn des Studiums gewünscht hätten (Albrecht 2011). Auch in anderen Studien konnten falsche Erwartungen an das Studium als Abbruchursache identifiziert werden. Pohlenz und Tinsner (2004) ermittelten einen Anteil von 22 % unter den befragten Exmatrikulierten, der falsche Erwartungen an das Studienfach als entscheidenden Abbruchgrund angab. Im Rahmen dessen erwiesen sich falsche Vorstellungen über das eigene Leistungsvermögen sowie die Betreuung und Orientierungshilfe durch die Hochschule als besonders bedeutsam für die Abbruchentscheidung (Heublein et al. 2003).

2.3.2 Kognitive Prädiktoren für den Studienerfolg

Die Prädiktoren zum Studienerfolg lassen sich in kognitive und nicht-kognitive Prädiktoren einteilen. Zu den kognitiven Prädiktoren lassen sich alle zählen, die zumindest zum Teil kognitive Fähigkeiten beinhalten. Hierzu gehören Schulleistungen, z. B. in Form manifester Variablen wie Schulnoten oder der HZB, aber auch latente Konstrukte wie *Intelligenz*, *Vorwissen* oder *Fachkompetenz*. „Es konnte bereits vielfach gezeigt werden, dass kognitive Eingangsvoraussetzungen von Studienanfängern die größte Prädiktionswirkung auf Studienerfolg besitzen und der größte Teil der beobachteten Leistungsvarianz auf diese zurückgeführt werden kann“ (Schachtschneider 2016, S. 20). Zu den nicht-kognitiven Prädiktoren gehören soziodemografische Angaben wie beispielsweise das Alter oder das Geschlecht sowie psycho-motivationale Konstrukte, Einstellungen u. Ä.

Im Folgenden werden zunächst die wesentlichen kognitiven Prädiktoren für den Studienerfolg zusammengetragen.

Schulnoten und Kurswahl: Sowohl im nationalen als auch im internationalen Raum zeigte sich immer wieder, dass Schulnoten einen zentralen Aspekt für die Vorhersage von Studienerfolg darstellen (Albrecht 2011; Trapmann et al. 2007; Gold und Souvignier 2005; Robbins et al. 2004; Heublein et al. 2003; Burton und Ramist 2001). Dabei wurden die Einflüsse studienfachrelevanter Noten sowie Gesamtnotendurchschnitte, wie beispielsweise die HZB, bewertet. In einer umfangreichen internationalen Metastudie von Trapmann et al. (2007) wurde die Vorhersagekraft von Schulnoten auf spätere Studiennoten bestätigt. Dabei erwiesen sich die Schulnote in der Muttersprache, der Mathematik- und der studienfachnächsten Schulnote als aufschlussreich. Insbesondere deutsche Schulnoten ließen eine zuverlässige Vorhersage auf Studiennoten zu ($\rho = .53$). Die Aussagekraft von fachbezogenen Einzelnoten ist für die Prognose von Studienleistungen mit Zusammenhängen zwischen $r = 0.07$ und 0.36 deutlich geringer als die der HZB (Spiel et al. 2006). Derartige Befunde konnten auch in weiteren Studien bestätigt werden, insbesondere, wenn Fachnoten zusätzlich zur HZB untersucht wurden (Formazin et al. 2011; Trapmann et al. 2007; Meier 2003; Baron-Boldt et al. 1988). Dieser Befund ist erstaunlich, da fachspezifische Einzelnoten die fachbezogenen Begabungen und Fähigkeiten am besten widerspiegeln (Rindermann und Oubaid 1999). Für Einzelfachnoten finden sich unkorrigierte Korrelationskoeffizienten bis zu $r = .40$ in Bezug auf Studiennoten (Trapmann et al. 2007; Baron-Boldt et al. 1988; Giesen 1986).

Die Mathematiknote gilt als die Einzelnote mit der höchsten Vorhersagekraft (Trapmann et al. 2007; Baron-Boldt et al. 1988; Giesen 1986). Dies gilt vor allem für die Vorhersage von Studienerfolg in mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen (Trapmann et al. 2007). In diesen Studiengängen konnten sogar korrigierte Aufklärungsbeiträge von bis zu $r = .46$ erreicht werden (Trapmann et al. 2007). „Für die Studierenden in den mathematisch-naturwissenschaftlichen und den ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern entstehen dann große Studienprobleme, wenn sie keine Leistungskurse in Mathematik oder den Naturwissenschaften an der Schule belegt hatten“ (Heublein et al. 2010, S. 78).

Alters (1995) konnte in einer US-amerikanischen Studie feststellen, dass ein statistischer Zusammenhang zwischen dem Belegen eines Physikkurses bis zum Schulabschluss und einer damit ansteigenden Physiklausurnote im ersten Studiensemester besteht. Außerdem konnte in einer deutschen Studie für das Fach Chemie gezeigt werden, dass die Wahl eines Chemie- oder Mathematikleistungskurses mit höheren Punktzahlen in der ersten Semesterklausur korreliert (Freyer 2013). Ähnliche Ergebnisse finden sich bereits bei Busker et al. (2010). Für das Studienfach Mathematik konnte gezeigt werden, dass das Belegen eines Mathematikleistungskurses bei Leistungstests und Examensnoten zusätzliche Varianz zur HZB aufklären kann (Blömeke 2009).

Die HZB: Die HZB wird weitgehend als wichtigster Einzelprädiktor zum Hochschul-erfolg genannt (Gawlitza 2015; Freyer 2013; Albrecht 2011; Blömeke 2009; Steyer et al. 2005; Schmidt-Atzert 2005; Gold und Souvignier 2005; Schiefele et al. 2003; Rindermann und Oubaid 1999; Deidesheimer Kreis 1997). Daher wird sie häufig als einziges Kriterium zur Zulassung an die Hochschule verwendet (Heine et al. 2006), z. B. als Numerus Clausus, obwohl es auch Möglichkeiten anderer kriterialer Normen zur Zulassung gibt, wie beispielsweise Eingangstests, Auswahlgespräche oder Motivationsschreiben (Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz 2004). Auch international wird die schulische Leistung als entscheidendes Kriterium für die Zulassung zur Hochschule verwendet (Deidesheimer Kreis 1997). Weltweit gelten Schulnoten als am häufigsten untersuchte Prädiktoren zum Hochschul-erfolg, wobei Primär- und Metastudien gute bis hervorragende Werte zur Vorhersagekraft für Studiennoten belegen (Trapmann et al. 2007).

2.3 Prädiktoren und Ursachen für einen Studienabbruch

Die Fülle an Einzelbefunden für die gute Vorhersagekraft von Schulnoten hatte mehrere Metastudien zur Folge (z.B. Trapmann et al. 2007; Robbins et al. 2004; Burton und Ramist 2001; Peers und Johnston 1994; Baron-Boldt et al. 1988).

In einer fachübergreifenden Metaanalyse konnten unkorrigierte Korrelationskoeffizienten von bis zu $r = .54$ zwischen der deutschen HZB und Studiennoten gefunden werden (Trapmann 2008; Trapmann et al. 2007; Hell 2003). Ältere Studien zeigen einen unkorrigierten Zusammenhang zwischen HZB und Studienleistung von $r = .35$ (Rindermann und Oubaid 1999; Baron-Boldt 1989; Trost und Bickel 1979).

In einer US-amerikanischen Studie ließ sich ein mittlerer Zusammenhang von $r = .40$ feststellen (Robbins et al. 2004). Die meisten Metaanalysen ermittelten mittlere korrigierte Korrelationen von über $r = .40$ und bestätigen damit die hohe Prognosefähigkeit der HZB.

Auch kleinere Studien aus dem MINT-Bereich konnten Zusammenhänge zwischen Studienleistung und HZB feststellen. Schachtschneider (2016) konnte durch die HZB 30% der Studiengesamtnote nach dem vierten Semester von Biologiestudierenden erklären, wobei damit die HZB der stärkste Prädiktor des Modells war.

Ebenso konnte im Studienfach Mathematik die Varianz der Abschlussnoten durch die HZB erklärt werden: Bei Diplomstudierenden zu $r = .43$ und bei Lehramtsstudierenden zu $r = .33$ (Blömeke 2009).

Der Zusammenhang zwischen HZB und Studiendauer bzw. Studienabbruch ist im Vergleich dazu niedriger (Deutschland: $r = .30$; USA: $r = .25$) (Blömeke 2009). Die Gewichtung von Einzelfachnoten kann den Prognosewert nicht erhöhen, in der Regel liegt dieser sogar noch unter dem der HZB (Trost und Bickel 1979).

Bereits in den 1980er Jahren fasste Baron-Boldt (1989) in einer Metaanalyse zum Einfluss von Schulnoten auf Studiennoten zusammen, dass sich die HZB als Durchschnittsnote aufgrund der Berücksichtigung vieler Facetten besser als Prädiktor eignet als Einzelnoten. In einer Befragung von Exmatrikulierten und Weiterstudierenden der Physik konnte Albrecht (2011) feststellen, dass die Wahrscheinlichkeit, das Studium ohne Abschluss zu beenden, steigt, wenn sich die HZB um eine Note verschlechtert.

Dass die HZB in den meisten Studien als der beste Prädiktor gilt, wird allgemein auf die Tatsache zurückgeführt, dass sie eine Aggregation von Einzelnoten ist, die

über einen längeren Zeitraum entsteht (Trapmann et al. 2007). Bei der HZB handelt es sich um mündliche und schriftliche Noten, die zu verschiedenen Zeitpunkten, in vielfältigen Disziplinen und von unterschiedlichen Bewerter*innen zusammengestellt wurden. Zusätzlich spiegeln diese Noten wichtige Fähigkeiten und Fertigkeiten wider, die auch für Studiennoten von hoher Relevanz sind. Dazu gehören beispielsweise kognitive Leistungsfähigkeit, Lernbereitschaft, Leistungsmotivation, Fleiß und sprachliche Ausdrucksfähigkeit (Rindermann und Oubaid 1999; Trapmann et al. 2007). Einerseits ist diese Argumentation gut nachvollziehbar, vor allem vor dem Hintergrund, dass Kuncel et al. (2004) für Durchschnittsnoten eine Reliabilität von (Cronbachs) $\alpha = .83$ bestimmten. Andererseits könnte kritisiert werden, dass Noten durch subjektive Vergleichsmaßstäbe und andere Faktoren beeinflusst sind. Die Vergleichbarkeit der HZB wird wegen des Gefälles in den verschiedenen Bundesländern und Schulformen und wegen der unterschiedlichen Bewertungsmaßstäbe der Lehrkräfte in Zweifel gezogen (Trautwein et al. 2007; Deidesheimer Kreis 1997).

Untersuchungen zu einzelnen Fächern zeigen, dass es keine einheitlichen, klassenübergreifenden Maßstäbe, dafür jedoch hohe klasseninterne Notenkorrelationen gibt (Ingenkamp und Lissmann 2008), wobei klassenübergreifende Mittelwertsvergleiche nur niedrige Korrelationen aufweisen (Tent und Birkel 2010).

Zusätzlich zeigt sich, dass sich im Laufe der vergangenen Jahre die HZBs in Deutschland verbessert haben. Im Jahr 2006 haben 244010 Personen eine allgemeine Hochschulreife erworben. Dies machte 25,3% der entsprechenden Altersgruppe aus. Im Jahr 2014 waren es bundesweit 280490 Personen mit allgemeiner Hochschulreife, also 34,7% der Altersgruppe (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016). Die Anzahl der erfolgreichen Abiturient*innen hat sich in diesem Zeitraum nicht nur enorm vergrößert, sondern der Notendurchschnitt hat sich auch verbessert (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016). Dies führt zu einer entsprechenden Verringerung der Varianz und damit zu einer Verringerung des Prädiktionsvermögens (Hummel 2014). Da nicht davon auszugehen ist, dass sich die Kompetenzen der Schulabsolvent*innen in gleichem Maße wie deren Noten verbessert haben, liegt die Vermutung nahe, dass die Vorhersagekraft der HZB abnimmt. Dies kann auch für die Vorhersagekraft anderer Schulnoten angenommen werden. Trotz dieser Entwicklung konnten auch Studien nach 2014 eine hohe Vorhersagekraft durch die HZB bestätigen (z.B. Sorge et al. 2016; Schachtschneider 2016; Gawlitza 2015).

Studienleistungen: Brandstätter et al. (2006) benennen die Studienleistung am Ende des ersten Studienseesters als einen noch bedeutsameren Prädiktor für Studienerfolg als die HZB. Auch Freyer (2013) schätzte die Bedeutung der anfänglichen Studienleistung als maßgebend ein, sodass sie den Studienerfolg sogar über die Klausurnoten am Ende des ersten Studienseesters operationalisierte.

Da sich die vorliegende Arbeit mit der Vorhersage des Einflusses von Eingangsvoraussetzungen auf Studienerfolg beschäftigt, soll dieser Prädiktor jedoch nur am Rande erwähnt werden.

Fachkompetenz und Vorwissen vor Studienbeginn: Leistungsschwierigkeiten, die auf mangelndes Vorwissen in Mathematik und Physik zurückzuführen sind, gelten als wichtige Ursache für den Studienabbruch im Fach Physik (Albrecht und Nordmeier 2011). Deshalb bietet es sich an, die Fachkompetenz vor dem Studienbeginn als geeigneten Prädiktor anzusehen. Diese Annahme muss aus mehreren Perspektiven betrachtet werden.

Heublein et al. (2003) ermittelten ausgeprägte Diskrepanzen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Vorwissen zwischen Studienabbrecher*innen und erfolgreich Studierenden. Die Problematik des mangelnden mathematischen Vorwissens konnte in einer Folgestudie bestätigt werden (Heublein et al. 2010). Dies gilt insbesondere für mathematisch-naturwissenschaftliche oder ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und legt nahe, dass fachspezifische Vorwissenstests eine Möglichkeit darstellen könnten, Studienerfolg vorherzusagen. Dies konnte in einer fachbezogenen Studie für Physik bestätigt werden. Das mathematische Vorwissen erwies sich als stärkster Erfolgsprädiktor für den Verbleib im Studium und für Klausurnoten (Müller 2019). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Buschhüter et al. (2017).

Trost und Haase (2005) berichten, dass sich der Zusammenhang zwischen fachspezifischem Vorwissen und Studienerfolg als geringer erwies als der zwischen der HZB und Studienerfolg. Dies wird darauf zurückgeführt, dass Vorwissenstests häufig nur eine Wissensreproduktion abfragen (Trost und Haase 2005). Andere Quellen berichten, dass sowohl allgemeine als auch fachspezifische Zulassungstests ähnlich hohe prognostische Validität wie die HZB haben. Hell et al. (2007) sprechen von Zusammenhängen zur Studienleistung von $r = .48$. Eine Kombination aus der Schulabschlussnote und einem Studierfähigkeitstest könnte jedoch zu besonders hoher prognostischer Aussagekraft führen (Trost und Haase 2005).

In den USA ist es seit vielen Jahren üblich, Studierfähigkeitstests zusätzlich zur HZB als Studierendenauswahlinstrument zu nutzen. Diese Tests werden ausgiebig beforscht. In einer Metaanalyse zu einem der bekanntesten Studierfähigkeitstests, dem Scholastic Assessment Test (SAT), konnte eine mittlere unkorrigierte Validität von $r = .36$, bei Schulnoten von $r = .42$ bestimmt werden. Die SATs klären allerdings Varianz über die Schulnoten hinaus auf und ergeben kumuliert einen Wert von $r = .52$ (Burton und Ramist 2001).

Kurz et al. (2008) zeigten im Bereich Elektrotechnik, dass fachspezifische Kompetenztests eine genauere Einschätzung der kognitiven Eingangsvoraussetzungen erlauben als die HZB. Bei stärkerer inhaltlicher Nähe des Tests zum Studieninhalt verbessert sich auch die Vorhersagekraft des Tests (Deidesheimer Kreis 1997). Auch in den US-amerikanischen Testverfahren hat sich gezeigt, dass stärker fachwissensbezogene Tests bessere Vorhersagen als allgemeine Tests erlauben (Kuncel und Hezlett 2007; Geiser und Studley 2002).

Auch in der Untersuchung von Formazin et al. (2011) führt die gemeinsame Verwendung von HZB und Testleistung zu einer Verbesserung der Varianzaufklärung gegenüber einer Verwendung der HZB allein. Ebenso konnte in einer Studie im Fach Biologie ein Fachwissenstest zu Beginn des Studiums Varianz zum späteren Studienerfolg über die HZB hinaus aufklären (Schachtschneider 2016).

In einer Studie von Sorge et al. (2016) konnte ein Fachwissenstest zu Beginn des Physikstudiums zwar keine Varianz bezüglich des Bestehens der ersten Semesterklausur über die HZB hinaus aufklären, konnte aber als einziges Maß signifikant zur Varianzaufklärung der Klausurnote beitragen.

Empfehlungen lauten daher in der Regel, die HZB zusammen mit fachspezifischen Zulassungstests zu verwenden (Spiel et al. 2006). Allerdings können Fähigkeits- und Leistungstests nicht nur zur Auswahl potenziell geeigneter Studierender herangezogen, sondern auch zur Beratung von Studienanfängern genutzt werden (Rindermann und Oubaid 1999).

Zusammengefasst spricht vieles dafür, dass durch die Kombination des Prognosefaktors Schulnoten mit anderen prognostischen Instrumenten (z. B. messgenauen Tests) die Vorhersage der Studienleistungen deutlich verbessert werden kann.

2.3.3 Nicht-kognitive Prädiktoren für den Studienerfolg

Informiertheit: In der Abbrecher*innenbefragung von Physik Fach- und Lehramtsstudierenden wurde deutlich, dass eine bessere Informiertheit vor Beginn des Studiums hilfreich gewesen wäre (Albrecht 2011). Nach Albrecht (2011) korreliert Informiertheit sowohl mit dem Passungsverhältnis von Studienanforderungen, als auch mit den individuellen Interessen und Neigungen der Studierenden. Eine schlechte Passung führt demnach zu Unzufriedenheit und Abbruchintentionen. Haase (2005) fasst dies wie folgt zusammen: „Es gibt offensichtlich im Physikstudium einen hohen Prozentsatz von Anfängern, die keine genauen Vorstellungen haben, was sie in diesem Studium erwartet und deshalb früh scheitern“ (Haase 2005, S. 25).

Vent et al. (2009) belegten, dass Studienanfänger*innen, die Beratungsangebote wahrgenommen hatten, zu Studienbeginn über realistischere Vorstellungen bezüglich des Studiums verfügten und einen höheren Informationsstand aufwiesen als die anderen Studierenden.

Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Informiertheit bezüglich der Studiensituation als Prädiktor zur Vorhersage von Studienerfolg eignen und dass der Einsatz gezielter Informationsangebote zu höheren Erfolgsquoten beitragen kann.

Motivation und Fachinteresse: Große Bedeutung wird den motivationalen Faktoren zugeschrieben (z.B. Gold, 1988; Heublein et al., 2003; Lewin, Heublein, Sommer & Cordier, 1995). Albrecht (2011) wies nach, dass erfolgreich Studierende ein deutlich höheres Fachinteresse und eine stärker intrinsisch motivierte Studienfachwahl aufweisen als Abbrecher*innen. Ebenso stellte Freyer (2012) eine positive Korrelation zwischen Studienerfolg in Chemie, dem Fachinteresse und der Studienmotivation fest.

Selbsteinschätzung der Studienleistung: Nicht nur die beobachtbare Leistungsfähigkeit, sondern auch die Selbsteinschätzung der eigenen Studienleistungen hat sich als Prädiktor für einen Studienerfolg als bedeutsam erwiesen (Gold 1988; Heublein et al. 2003; Heublein et al. 2010). Studienabbrecher*innen schätzen ihre eigenen Leistungen im Vergleich zu den Nicht-Abbrecher*innen deutlich geringer ein. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass sowohl objektiv als auch subjektiv niedrige Studienleistungen nicht nur Ursache, sondern auch Folge der Abbruchneigung sein könnten. Ebenso identifizierte Blömeke (2009) das *Selbstkonzept* als einen wichtigen Prädiktor für Studienerfolg.

Sozioökonomische Faktoren: Die Studienerfolgsstudie von Heublein et al. (2003) konnte einen Zusammenhang von sozioökonomischem Hintergrund und Studienabbruchursachen feststellen. Unter den Studienabbrecher*innen, die finanzielle Gründe als Ursache genannt hatten, gab es überdurchschnittlich viele mit schwachem sozioökonomischem Hintergrund, wobei Studierende mit stärkerem sozioökonomischem Hintergrund ihr Studium öfter aufgrund beruflicher Neuorientierung oder unzureichender Studienbedingungen abbrachen (Heublein et al. 2003). Der Zusammenhang zwischen steigendem Abbruchrisiko und schwachem sozioökonomischem Hintergrund stand bei Heublein et al. (2003) allerdings in keinerlei Zusammenhang mit dem Fachwissen. Ähnliche Ergebnisse wurden in anderen Studien erzielt (z.B. Pohlenz und Tinsner 2004; Kolland 2002; Ströhlein 1983).

Einen positiven Zusammenhang zwischen geringerem Fachwissen und niedrigerem Bildungshintergrund konnte lediglich Schachtschneider (2016) bei Biologiestudierenden bestätigen.

Alter, Berufsausbildung, Kinder: Auf Grundlage der Befragung von Exmatrikulierten berichten Heublein et al. (2010): „Ein erhöhtes Abbruchrisiko geht von einer abgeschlossenen Berufsausbildung vor Studienaufnahme aus, vor allem dann, wenn sie schon vor Erwerb der Hochschulreife abgelegt wurde“ (Heublein et al. 2010, S. 89).

Des Weiteren haben ältere Studierende eher Kinder oder durch das späte Studium Schwierigkeiten bei dessen Finanzierung. Familiäre Verpflichtungen können ebenfalls verstärkt zu Abbruchtendenzen führen (Albrecht 2011).

Erwerbstätigkeit: Laut der Ergebnisse von Heublein et al. (2003) kann sich eine Erwerbstätigkeit mit einem Umfang von mehr als 18 Stunden pro Woche negativ auf den Studienverlauf auswirken. Insgesamt zeichnen sich Studienabbrecher durch einen höheren Zeitaufwand für eine Erwerbstätigkeit aus als Weiterstudierende (Heublein et al. 2010). Wird die Erwerbstätigkeit zur Finanzierung des Studiums genutzt, geht eine damit verbundene zeitliche und organisatorische Belastung einher, die einen negativen Einfluss auf den Studienerfolg haben können (Ströhlein 1983; Kolland 2002; Brandstätter und Farthofer 2003).

Studienwunsch und Parkstudium: Personen, die von vornherein nicht beabsichtigen, den Studienabschluss im selben Fach zu erreichen, haben ein extrem hohes Abbruchrisiko. Zur Ermittlung der ‚ernsthaft‘ Studierenden ist es notwendig, den Studienwunsch zu erfragen. Abbruchneigungen als Indikator für ein Parkstudium stellen allerdings kein valides Maß dar (Müller 2019).

Betreuung und Unterstützung während des Studiums: Nach Albrecht (2011) wird die Abbruchintention geringer, wenn Betreuung und Unterstützung während des Studiums als positiv wahrgenommen werden. Dieser Prädiktor für Studienerfolg wird erst während des Studiums relevant und kann damit nicht als Teil der Eingangsvoraussetzungen erfasst werden, weshalb er für das vorliegende Forschungsprojekt eine untergeordnete Rolle spielt.

Situational Judgement Inventories: Eine Möglichkeit, Studienerfolge vorherzusagen, sind die sog. *Situational Judgement Tests* (SJTs) (Pixner und Schüpbach 2008). Seit 1990 haben diese an wissenschaftlichem Interesse zur Vorhersage von Erfolgen gewonnen (Krumm et al. 2015). Hierbei handelt es sich um eine Methode, in Assessment-Centern Berufsbewerber*innen gedanklich in berufsfeldrelevante Situationen zu versetzen. Eine übliche Variante besteht darin, eine typische Situation zu beschreiben und dazu verschiedene Reaktionsmöglichkeiten vorzugeben. Die Proband*innen sollen hierbei entweder die Möglichkeiten nach ihrer Güte bewerten oder danach, inwieweit die entsprechenden Reaktionsmöglichkeiten auf sie selbst zutreffen (Weresch-Deperrois 2013). Dies kann auf verschiedene Weisen umgesetzt werden. Sehr populär sind die Varianten der videobasierten und der schriftlichen Situationsbeschreibung im klassischen Paper-and-Pencil-Format. Dabei bietet die schriftliche Variante zwar eine schlechtere Abbildung der Realsituation gegenüber der videobasierten Variante, stellt aber die ökonomischere und quantitativ besser umsetzbare Version dar (Weresch-Deperrois 2013).

SJTs lassen sich nach dem Grad der kognitiven Aktivierung, den Inhalten, der Antwortinstruktion und nach der Abhängigkeit von der Situation selbst einordnen (Krumm et al. 2015; Weresch-Deperrois 2013). Lange und komplizierte Situationsbeschreibungen steigern den Grad der kognitiven Aktivierung und korrelieren höher mit kognitiven Fähigkeiten als solche mit weniger komplexen Beschreibungen (O'Connell et al. 2007).

Inhaltlich lassen sich SJTs in berufsspezifische oder allgemeinere Situationen einordnen. Es hat sich gezeigt, dass SJTs trotz eines durch die Situationsbeschreibung vorgegebenen Inhalts konstruktübergreifend fungieren können (McDaniel et al. 2014). Eine Erklärung dafür könnte die hohe Spezifizierung auf eine Situation sein, die dazu führt, dass Kompetenzen nicht konstruktrein erfasst werden können (Bledow und Frese 2009).

Die Antwortinstruktionen lassen sich in wissensbasierte und verhaltensbasierte unterteilen. Wissensbasierte Instruktionen fordern die Proband*innen dazu auf,

die Antwortmöglichkeiten nach ‚Güte‘ zu ordnen, also wissensbasiert zu beurteilen. Bei den verhaltensbasierten Antworten sollen die Proband*innen durch eine Selbsteinschätzung ihr eigenes Verhalten angeben. Dabei korrelieren die wissensbasierten Tests stärker mit kognitiven Tests und die verhaltensbasierten höher mit Persönlichkeitstests (McDaniel et al. 2014). Zusätzlich konnte in Testevaluationsstudien zu verhaltensbasierten SJT-Testverfahren gezeigt werden, dass die gemessenen Konstrukte eine höhere zusätzliche Varianzaufklärung bezogen auf kognitive Fähigkeiten aufweisen als vergleichbare wissensbasierte Testergebnisse. Dies kann derart interpretiert werden, dass die Kombination aus verhaltensbasierten SJT-Testverfahren und Tests zu kognitiven Fähigkeiten mehr Informationen über einen möglichen Studienerfolg leisten kann, als lediglich ein Test über kognitive Fähigkeiten (Chan und Schmitt 2002; Pixner und Schüpbach 2008).

2.4 Exkurs: Die Charakteristika eines Physik-Bachelorstudiums

Da es im Forschungsprojekt dieser Arbeit um Studienerfolg in Physik geht, sollen die speziellen Charakteristika des Studiengangs dargelegt werden.

Das Bachelorstudium im Fach Physik soll den Studierenden ein breites Spektrum an physikalischem Basiswissen vermitteln, um im Masterstudiengang eine Spezialisierung zu ermöglichen (KPF 2005). Dazu muss Grundlagenwissen u.a. zu folgenden Inhalten erlangt werden: Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Thermodynamik und Statistik, Atom- und Molekülphysik, Physik der kondensierten Materie, Kern- und Elementarteilchenphysik sowie Quantenmechanik. Der Studiengang soll auch dazu dienen, die Studierenden an moderne Methoden der Forschung heranzuführen (ebd.). Die Inhalte werden i.d.R. modularisiert jeweils aus experimenteller und theoretischer Sicht gelehrt (ebd.).

Die Modularisierung aus experimenteller und theoretischer Sicht wird üblicherweise in verschiedene Module eingeteilt, wie z.B.: ‚Einführung in die Physik‘, ‚Experimentalphysik I-III‘ oder ‚Theoretische Physik I-III‘. Bei den Vorlesungsmodulen eines Physikstudiums handelt es sich in der Regel um die Formate: Vorlesung, Übungen und Übungsaufgaben. Wöchentlich muss ein Übungsblatt zu den Inhalten der Vorlesung bearbeitet und eingereicht werden. Dieses wird bewertet und in den Übungen nachbesprochen. Das Bearbeiten der Übungsblätter ist Teil der sog. regelmäßigen und aktiven Teilnahme, das Bestehen der abschließenden Klausur ist Teil des erfolgreichen Bestehens des Moduls (FUB 2012). Zusätzlich zu den Vorlesungen und Übungen gibt es experimentelle Praktika, Seminare und Kolloquien. In den Praktika ist es üblich, sich fachlich auf einen Versuch vorzubereiten. Die Inhalte werden in einem Vorgespräch abgefragt. Anschließend wird das vorgefertigte Experiment in einem Zeitraum von mehreren Stunden durchgeführt und protokolliert. Am Termin des nächsten Versuchs muss dann ein vollständiges Versuchsprotokoll zur Bewertung eingereicht werden (Rehfeldt 2017).

Typisches Merkmal eines Physikstudiums ist also das kontinuierliche (wöchentliche) Erbringen von Studien- und Prüfungsleistungen. Dies gilt ebenso für den Physikstudienanteil der Lehramtsstudierenden.

Da Hausaufgaben und Protokolle oftmals in Partner*innenarbeit oder Kleingruppen bearbeitet und eingereicht werden müssen, sollten sich die Studierenden sozial gut integrieren können. Die soziale Integration spielt in studiengangsspezifischen und studiengangübergreifenden Studien eine entscheidende Rolle für Studienerfolge (Heublein et al. 2003; Thiel et al. 2008; Tinto 1975; Albrecht 2011).

Grundsätzlich gilt das Physikstudium als besonders anspruchsvoll (Angell et al. 2004). Die hohen Anforderungen führen dabei zu besonders hohen Arbeitsbelastungen, insbesondere bei der Bearbeitung der Übungsaufgaben und der Vor- und Nachbereitung der Praktika (Ramm 2008; Rehfeldt 2017). Dies konnte Albrecht (2011) für Fach- und Lehramtsstudierende bestätigen. Der hohe Anspruch kann teilweise auf den hohen Mathematisierungsgrad im Physikstudium zurückgeführt werden (Woitkowski 2018). Die hohe Arbeitsbelastung während des Studiums wirkt sich auch auf den Gesundheitszustand der Studierenden aus: Studierende in mathematisch-naturwissenschaftlichen Studiengängen leiden im Vergleich zu Studierenden anderer Fächergruppen besonders häufig an Burnouterleben (Grützmaker et al. 2018).

Besonders auffallend war lange, dass der Frauenanteil im Fach Physik mit 17% besonders gering war (Ramm 2008). Im Vergleich dazu wiesen die anderen Naturwissenschaften einen durchschnittlichen Frauenanteil von etwa 40% auf (Ramm 2008). Jüngere Daten zeigen allerdings, dass sich zumindest bei den Neueinschreiber*innen bspw. vom Jahrgang 2017/18 die Frauenquote positiv entwickelt hat und auf 35% gestiegen ist (Düchs und Ingold 2018). Die Frauenquote bei den Bachelorabschlüssen blieb im Zeitraum von 2008-2018 jedoch konstant zwischen 15% und 20%, die bei Lehramtsabschlüssen (Master und Staatsexamen) immerhin bei rund 30% (Düchs und Ingold 2018).

Generell werden naturwissenschaftliche Studienfächer vornehmlich von Studierenden gewählt, die aus einem akademischen Elternhaus kommen (Ramm 2008).

Physikstudierende haben besonders häufig Leistungskurse im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich, insbesondere in Mathematik, besucht und empfinden das Fachinteresse und die eigenen Begabungen als besonders wichtig für die Studienwahl (Ramm 2008). Beides trifft jedoch eher auf Fach- als auf Lehramtsstudierende zu (Albrecht 2011). Bei Physik-Lehramtsstudierenden sind die Studienwahlmotive oft vielschichtig, da sich die Studierenden mit der Studienwahl nicht nur für ein, sondern meist zwei Studienfächer und für einen daran anschließenden Beruf entscheiden. Die häufigst genannten Studienwahlmotive von Physiklehramtsstudierenden sind auf Pragmatismus, Physikorientierung und die pädagogisch-didaktische Orientierung zurückzuführen (Meinhardt et al. 2013).

2.4 Exkurs: Die Charakteristika eines Physik-Bachelorstudiums

3 Forschungsbedarf und Desiderata / Forschungsfragen

Aus dem vorangegangenen Kapitel geht hervor, dass 1. die Studienabbruchquoten in Physik überdurchschnittlich hoch sind und eine Senkung dieser wünschenswert wäre, 2. verschiedene Ansätze zur Modellierung von Studienerfolgsprozessen vorliegen und 3. bereits eine Vielzahl an Prädiktoren für Studienerfolge identifiziert werden konnten. Der Einsatz von Testinstrumenten, die sich auf die Messung kognitiver Fähigkeiten in Form von Vorwissens- oder Kompetenztests beziehen, und die Abfrage von Schulnoten haben sich als sinnvoller Ansatz zur Prädiktion von Studienerfolgen erwiesen (Buschhüter et al. 2017; Freyer 2013; Sorge et al. 2016; Müller 2019).

Die Ergebnisse von Blüthmann et al. (2008) zeigen, dass sich Studienzufriedenheitsmerkmale durch die dort untersuchten Prädiktoren nicht nach verschiedenen Fachkulturen auflösen lassen. Da sich aber die Fachkulturen und die Studienerfolgsquoten stark voneinander unterscheiden, wäre es von Nutzen, die domänenspezifischen Charakteristika entkoppelt voneinander zu analysieren und gezielt nach fachspezifischen Prädiktoren für Studienerfolg in Physik zu suchen. Welche fachspezifischen Merkmale das Physikstudium kennzeichnen und inwieweit Einstellungen und Verhaltensformen innerhalb des Studiengangs Einfluss auf einen Studienerfolg haben können, wurde bisher noch nicht untersucht.

Um einem Studienmisserfolg möglichst frühzeitig vorzubeugen, werden immer häufiger Studieneingangstests und Studiengangsinformationsportale eingesetzt. Daher steigt das Interesse an valide interpretierbaren Testergebnissen, die die Eingangsvoraussetzungen der Studieninteressierten erfassen und Aussagen über einen späteren Studienerfolg ermöglichen. Mit einem solchen Instrument könnte die Studienfachwahl erleichtert und passende Interventionen zur Unterstützung Studierender entwickelt werden.

Das Forschungsziel dieser Arbeit besteht darin, Evidenzen dafür zu schaffen, welche domänenspezifischen Konstrukte sich als Prädiktoren für einen Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik eignen können, um daraus ein Testinstrument zu entwickeln und im Anschluss zu erproben, um die Zusammenhänge zwischen den Prädiktoren und dem Studienerfolg zu bestimmen.

Auf Grundlage der in Kapitel 1.3 vorgestellten theoretischen Modelle zum Studienerfolg wurde für das vorliegende Forschungsvorhaben ein zusammenfassendes forschungsleitendes Rahmenmodell entwickelt (Abbildung 12).

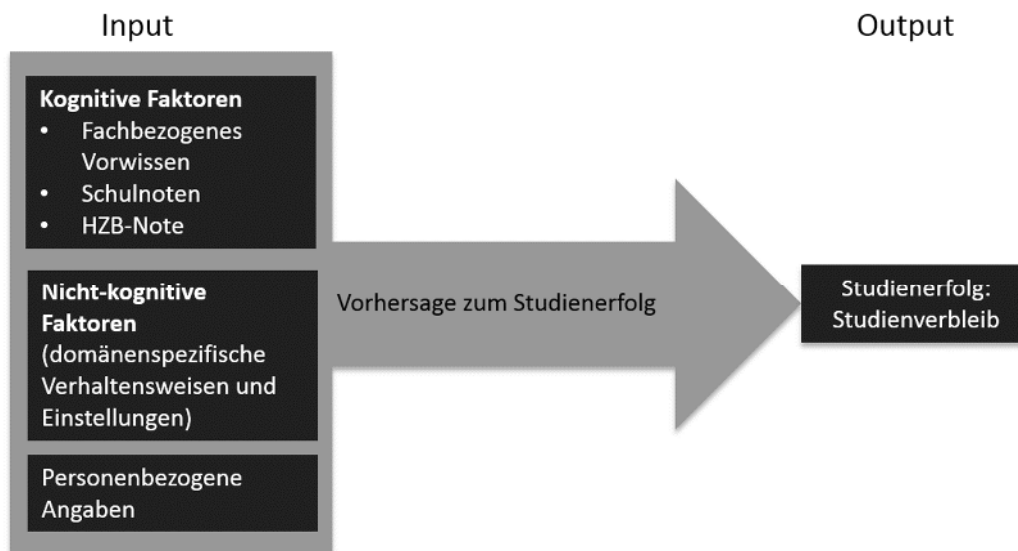


Abbildung 12: Rahmenmodell und zentrales Forschungsanliegen „Vorhersage von Studienerfolg“ (eigene Grafik) (wie Abbildung 11, S. 36).

Den **ersten Teil** der Forschungsarbeit (Kapitel 4 und 5) bildet daher die Konzeption des Testinstruments.

Im Bereich der kognitiven Faktoren soll ein Testinstrument zur Erfassung des fachbezogenen Vorwissens konzipiert werden. Bestehend aus einem Mathematik- und einem Physiktestteil soll er relevante Vorwissensaspekte erfassen und valide interpretierbare Ergebnisse zur Einschätzung des Vorwissens ermöglichen.

Die nicht-kognitiven Faktoren sollen über affektiv-motivationale Konstrukte abgebildet werden. Hierfür soll ein Fragebogen entwickelt werden. Sein Inhalt soll sich auf diejenigen Charakteristika des Studiengangs beziehen, die für den Studienerfolg als maßgeblich eingestuft werden. Die Testitems werden in Evaluationsstudien zur Modellbildung und Modellkonsolidierung in Konstrukte kategorisiert, welche als mögliche Prädiktoren für den Studienerfolg eingesetzt werden können.

Den **zweiten Teil** der Forschungsarbeit (Kapitel 6) bildet die Erprobung des zuvor entwickelten Testinstruments in Bezug auf die Studienerfolgsprädiktion.

Für die erste Erprobung des zusammengeführten Testinstruments sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

FF 1 Welche der zu Beginn des Studiums gemessenen Faktoren haben einen Einfluss auf den Studienerfolg und können als Prädiktoren interpretiert werden?

FF 2 Welche Prädiktoren weisen inkrementelle Validität über den besten Prädiktor hinaus auf?

Da es sich hier um eine explorative Herangehensweise handelt, werden keine Hypothesen formuliert. Die in Kapitel 2.3.2 vorgestellten Befunde deuten jedoch darauf hin, dass sich auch in dieser Studie die HZB als stärkster Einzelprädiktor für den Studienerfolg herausstellen könnte, wobei sich die Prognosekraft in Kombination mit dem Vorwissenstest (insbesondere mit dem Mathematikteil) noch erhöhen könnte (FF 2).

Affektiv-motivationale Aspekte haben häufiger den Studierfolg in Form der Studienzufriedenheit vorhergesagt, weniger den Studienverbleib. Da in dieser Forschungsarbeit jedoch explizit studiengangsspezifische Einstellungen und Verhaltensweisen zur Prognose des Studienerfolgs herangezogen werden, wäre ein zusätzlicher Beitrag zur Studienerfolgsprognose denkbar. Im Kapitel 2.4 wurde deutlich, dass insbesondere drei Elemente den Physikstudiengang charakterisieren: ein hoher inhaltlicher Anspruch, eine hohe Arbeitsbelastung und die Zusammenarbeit in Lerngruppen. Dies lässt vermuten, dass eine Kombination aus kognitiven Fähigkeiten (in Form der HZB und der Vorwissenstests), eine hohe Leistungsbereitschaft oder ein hohes Engagement (mögliche Aspekte des Testteils zu studiengangsspezifischen Verhaltensweisen und Einstellungen) und eine gute soziale Integration (mögliche Aspekte des Testteils zu studiengangsspezifischen Verhaltensweisen und Einstellungen) statistisch messbaren Einfluss auf den Studienerfolg haben können.

3.1 Studiendesign und Operationalisierung von Studienerfolg

Wie in Kapitel 1.1 erläutert wurde, besteht in der Forschungslandschaft ein breites Spektrum an Definitionen, Messungen und Interpretationen von Studienerfolg.

Die vorliegende Studie verfolgt das Ziel, evidenzbasiert Konstrukte zu identifizieren, die einen etwaigen Studienerfolg prognostizieren können. Hierzu müssen zu-

3.1 Studiendesign und Operationalisierung von Studienerfolg

nächst entsprechende Testinstrumente entwickelt und evaluiert werden. Anschließend müssten sie im Einsatz an der Zielgruppe umfangreich auf ihre Prädiktivität zum Studienerfolg untersucht werden, um dann zu einem valide interpretierbaren Vorhersageinstrument iterativ optimiert zu werden. Diesem Ziel kann im Rahmen dieser Dissertation nicht in Gänze nachgekommen werden, da die untersuchten Studierendenkohorten bspw. nicht vollständig bis zu ihrem (erfolgreichen) Studienabschluss begleitet werden können. Um sich der Zielsetzung Stück für Stück anzunähern, wurden in der Projektplanung und -umsetzung diejenigen Schritte vorgenommen, die sowohl der Zielsetzung als auch den Rahmenbedingungen bestmöglich entsprechen.

Gemäß der Zielsetzung wäre es wünschenswert, Studieninteressierte für das Fach oder Lehramt Physik vor Antritt des Studiums zu befragen. Diese Zielgruppe in ausreichender Größe zu erreichen, war allerdings unter den gegebenen Rahmenbedingungen unmöglich. Daher wurden Personen befragt, die dieser Gruppe möglichst ähnlich sind. Es handelte sich hierbei um Studienanfänger*innen, die bereits für ein Physikfach- oder Lehramtsstudium eingeschrieben waren, allerdings noch keinen Kontakt mit dem universitären System hatten. Aus diesem Grund wurden die Studienanfänger*innen direkt bei der ersten Vorlesung befragt, um die etwaigen ‚Störeinflüsse‘ durch Studiererfahrungen zu minimieren.

Ähnlich verhält es sich bei der Definition von Studienerfolg. Für das Forschungsziel angemessen wäre ein personenbezogenes Tracking der Studierenden, vom Studienbeginn bis zum Abschluss des Bachelors oder bis zum Verlassen des Studiengangs durch eine Exmatrikulation oder einen Fachwechsel. Daraus resultierend könnten die Absolvent*innen mit der Schwundgruppe verglichen und in anschließenden Jahrgängen mit dem gleichen Verfahren die Vorhersagekraft der Konstrukte überprüft werden. Da das Hochschulstatistikgesetz ein solches Vorgehen ausschließt (Willand 2007) und die Regelstudienzeit für einen Bachelorstudiengang sechs Semester beträgt (KMK 2003), musste die Umsetzung an die Kontextbedingungen angepasst werden, was allerdings zu Einbußen bei der Messgenauigkeit führte.

Studienabbrüche sind allerdings stark auf die ersten drei Studiensemester konzentriert (Heublein et al. 2012; Albrecht 2011; Schiefele et al. 2007). Daraus rückschließend kann die Erfassung des Zwischenstands nach drei Semestern, ein Kompromiss aus Reliabilität und Realität (Rahmenbedingungen), eine sinnvolle Modellierung für den Studienverbleib darstellen. Die Absenz nach drei Semestern kann als Misserfolgskriterium gewertet werden. Durch dieses Verfahren können

aber weder Fach- und Standortwechsler*innen noch Personen, die die Veranstaltungen aus diversen anderen Gründen nicht besuchen, erfasst werden. Es erlaubt lediglich, Studierende zu identifizieren, die studienplangetreu an den Veranstaltungen teilnehmen.

Die vorliegende Studie versucht, die Vorhersagekraft von Eingangsvoraussetzungen auf den Studienverbleib zu erfassen und zu bewerten, nicht jedoch die Entwicklungsprozesse während des Studienverlaufs. Zusätzlich zum Studienverbleib wurden bei der Stichprobe der verbliebenen Studierenden die Studienzufriedenheit und die Modulnoten erfasst, um Vergleichsmaße für den Studienerfolg zu erhalten. (Vorgreifend ist zu erwähnen, dass der Rücklauf an Informationen zur Studienzufriedenheit und den Modulnoten so gering war, dass sie nicht für eine aussagekräftige Einschätzung herangezogen werden konnten. Somit verblieb zur letztendlichen Auswertung der Studienverbleib als einziges Studienerfolgskriterium.)

In der Studie wurden die Testinstrumente im Fragebogenformat eingesetzt. Diese Vorgehensweise leitet sich aus der Zielsetzung ab und liefert gleichzeitig sowohl Vorteile bei der Forschungsobjektivität sowie bei der Auswertungs- und Durchführungsökonomie, als auch eine passende Umsetzung der inhaltlichen Problemstellung durch die formale Ähnlichkeit zu verschiedenen Eingangstests. Darüber hinaus haben sich Fragebögen als Befragungsinstrument durch ihre Vorteile bei der Implementation, den Kosten und durch ihre hohe Akzeptanz bewährt.

Beide Testteile, sowohl die studiengangsspezifischen Aspekte in Form einer Erwartungsabfrage, als auch der fachbezogene Vorwissenstest in Mathematik und Physik, sollen im Paper-Pencil-Format bearbeitet werden. Beides lässt sich im Fragebogenformat gut erfassen und ermöglicht eine problemlose Umsetzung in ein mögliches Online-Tool. Genauere Erläuterungen zu den Entscheidungen der Testgestaltung werden im Kapitel zur Testentwicklung behandelt (Kapitel 4 und Kapitel 5).

Abschnitt II

Testkonstruktion und Evaluation

4 Entwicklung des Vorwissenstests zur Erfassung kognitiver Prädiktoren

Im Zuge der empirischen Arbeit dieses Forschungsprojektes wurde, basierend auf den im vorigen Abschnitt I dargelegten Befunden, ein Testinstrument zur Erfassung der Eingangsvoraussetzungen entwickelt. Dieses setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: einem Vorwissenstest in Mathematik und Physik sowie einem Testteil zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen. Im folgenden Abschnitt zur Entwicklung des Tests wird ausführlich auf die Evaluation des Vorwissens- und des domänenspezifischen Verhaltensweisen- und Einstellungstestteils eingegangen. Die resultierenden Testteile wurden in der Hauptstudie eingesetzt (vgl. Kapitel 6).

Um mit einem fachbezogenen Vorwissenstest einen Studienerfolg verlässlich vorhersagen zu können, müssen die enthaltenen Aufgaben speziellen Kriterien genügen. Zunächst wurden Aufgaben in den Bereichen Mathematik und Physik entwickelt, die den Kenntnisstand der Zielgruppe möglichst umfassend bezüglich des relevanten Vorwissens zum Studieneinstieg erfassen (Kapitel 4.1). Anschließend wurden die resultierenden Testteile in zwei aufeinanderfolgenden Pilotstudien erprobt und bezüglich ihrer validen Interpretierbarkeit in Hinsicht auf die Leistungserfassung von Studienanfänger*innen untersucht (Kapitel 4.2 und Kapitel 4.3).

4.1 Entwicklung der Aufgaben für den fachspezifischen Leistungstest

4.1.1 Entwicklung der Mathematikaufgaben

Wenngleich aus wissenschaftstheoretischer Sicht nicht eindeutig geklärt werden kann, in welchem Zusammenhang die Physik und die Mathematik zueinander stehen, spielt doch die Mathematik eine essentielle Rolle innerhalb der Physik (Krey 2012). Dies spiegelt sich in der Schul- und Fachliteratur sowie in der Arbeitsweise von Wissenschaftler*innen wider (ebd.). Das Physikstudium selbst (Fach und Lehramt) ist von Beginn an geprägt durch den umfangreichen Einsatz verschiedener mathematischer Methoden (KFP 2011). Laut den Empfehlungen der KFP (2011) werden Inhalte zu folgenden mathematischen Gebieten im Physikstudium vorausgesetzt:

- Elementare mathematische Fertigkeiten aus der Mittelstufe,
- Vektoren,
- Lineare Gleichungssysteme,
- Elementare Funktionen,
- Differenzialrechnung,
- Integralrechnung,
- Statistik.

Mathematische Methoden bilden eine wichtige Grundlage im Wissenschaftsbetrieb der Physik, weshalb das Vorwissen zu bestimmten mathematischen Inhalten Einfluss auf einen Studienerfolg in Physik haben kann. Buschhüter et al. (2017) konnten feststellen, dass der Varianzaufklärungsbeitrag des Ergebnisses eines Mathematikvorwissenstests mehr Varianz zum Studienerfolg aufklären kann als ein Physikvorwissens- oder Physikkompetenztest (vgl. Kapitel 2.2.8). Die große Bedeutung des mathematischen Vorwissens für ein Physikstudium legt nahe, dass es sich hierbei um einen wichtigen Prädiktor handeln kann.

Zur Konzeption des Vorwissenstests wurde a priori angenommen, dass es sich bei der Zielgruppe um Personen handelt, die über eine Hochschulzugangsberechtigung oder eine vergleichbare Qualifikation verfügen, jedoch über kein darüberhinausgehendes mathematisches Vorwissen. Zusätzlich wurde davon ausgegangen, dass der Hauptanteil der Studienanfänger*innen kurz nach dem Abitur in das Hochschulsystem eintritt (Albrecht 2011). Darum wurde bei der Konzeption der Aufgaben Wert darauf gelegt, das bis zum Abitur erworbene Wissen nicht zu überschreiten. Die Testaufgaben sollten die Inhalte des schulischen Vorwissens mit Relevanz für das Physikstudium abdecken. Hierfür wurden die KMK-Bildungsstandards im Fach Mathematik (KMK 2012), die damals (2014) aktuellen Rahmenlehrpläne für Berlin und Brandenburg (Senatsverwaltung für Bildung und Wissenschaft und Forschung 2006a), verschiedene Schulbücher und die Zentralabituraufgaben (Grundkurs, Berlin/ Brandenburg) der Jahre 2011-2013 auf ihre Inhalte untersucht. Exemplarisch wurden darüber hinaus die mathematischen Inhalte, die für den Beginn des Physikstudiums besonders relevant sind, durch die Sichtung von Brückenkursinhalten und Vorlesungsmaterialien der Anfangsvorlesungen der FU Berlin des Jahrgangs 2013 abgeleitet. Die Schnittmenge der Rechercheergebnisse von schulischer und universitärer Seite wurde als relevant für den Vorwissenstest erachtet.

Die Inhalte lassen sich zusammenfassen unter den Themenkomplexen: Analysis, analytische Geometrie und Algebra (im Sinne der Anwendung von Rechnungen) und überschneiden sich stark mit den der Empfehlungen der KFP (2011). Im Vergleich wird jedoch deutlich, dass nicht alle Inhalte und Themenbereiche für diese Studie als relevant gelten. Beispielsweise wird in dem hier entwickelten Vorwissenstest komplett auf den Themenbereich Statistik verzichtet. Der Grund dafür ist, dass die schulischen Inhalte der Statistik zwar durchaus Anwendung im Physikstudium finden, jedoch in den meisten Fällen erst in höheren Semestern. Ebenso wurden zu diesem Zeitpunkt die Exponential- und Logarithmusfunktionen nicht in den Berliner Mathematik Grundkursen unterrichtet. Aufgaben zu diesen wurden nicht in den Aufgabenkanon des Tests übernommen.

Um das inhaltliche Spektrum durch die Aufgaben möglichst vollständig abzudecken, wurden zu jedem Themenbereich (Algebra, Analysis und analytische Geometrie) Aufgaben entsprechend der verschiedenen Anforderungsniveaus in Bezug auf deklaratives und angewandtes Wissen⁴ (grob angelehnt an die KMK-Standards) sowie Schwierigkeiten⁵ entwickelt. Die tatsächliche Itemschwierigkeit wurde jedoch im Anschluss in den Pilotierungen über eine Rasch-Analyse berechnet. Die Konzeption der Aufgaben fand in Zusammenarbeit mit Expert*innen (Dozierende der Experimentalphysik und der Brückenkurse sowie Physikdidaktiker*innen der FU Berlin) statt. Die Aufgaben wurden entsprechend der drei genannten Dimensionen kontinuumsabdeckend konzipiert und in ein Multiple-Choice Single-Select Format überführt (Moosbrugger 2012). Um die Ratewahrscheinlichkeit zu reduzieren, wurde bei jeder Aufgabe die Möglichkeit, „weiß nicht“ anzukreuzen, eingeräumt (ebd.).

4.1.2 Entwicklung der Physikaufgaben

Die Entwicklung der Physikaufgaben erfolgte analog zu der der Mathematikaufgaben. Aus dem Erfahrungswissen, der Sichtung verschiedener Studienverlaufs-

⁴ Um Transferwissen zu messen, sind deutlich komplexere Aufgaben mit längerer Bearbeitungszeit notwendig, deren Entwicklung und Bearbeitung für dieses Projekt nicht ökonomisch umsetzbar ist.

⁵ Aufgaben wurden als schwieriger erachtet, je mehr Schritte zur Lösung nötig waren und je später der Inhalt im Rahmenlehrplan verankert war.

pläne und den Empfehlungen zur Konzeption von Bachelor- und Masterstudiengängen der KFP (2010) wurde deutlich, dass die relevanten Inhaltsbereiche in den ersten beiden Semestern des Physikstudiums üblicherweise die klassische Mechanik, die Elektrodynamik und die Thermodynamik darstellen. Hierzu wurde ebenfalls die Schnittmenge an relevanten Inhalten zwischen Schule und Hochschule ermittelt. Im Zuge dessen wurden Materialien der Experimentalphysikvorlesungen der FU Berlin aus den vergangenen Jahrgängen, die Bildungsstandards für Physik und der Berliner Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe 2 (Senatsverwaltung für Bildung und Wissenschaft und Forschung 2006b), ebenso wie verschiedene aktuelle Schulbücher gesichtet und verglichen. Die Aufgaben wurden in Zusammenarbeit mit Expert*innen (Dozierende der Experimentalphysik und der Brückenkurse sowie Physikdidaktiker*innen der FU Berlin) entwickelt und diskutiert. Dabei wurde ebenso wie bei den Mathematikaufgaben Wert darauf gelegt, das inhaltliche Spektrum vollständig abzudecken und über die Berücksichtigung von Niveaustufen und Komplexitäten verschieden schwierige Aufgaben zu generieren. Die tatsächliche Einstufung in Schwierigkeiten wurde wiederum während der Pilotierungen im Rahmen der Raschanalyse durchgeführt. Alle Aufgaben wurden im Multiple-Choice Single-Select Format (Moosbrugger 2012) formuliert und beinhalteten ebenfalls zur Reduktion der Ratewahrscheinlichkeit eine neutrale Kategorie „weiß nicht“ (ebd.).

4.2 Erste Pilotierung der Testaufgaben

Die im Forschungsprojekt konzipierten Mathematik- und Physikaufgaben wurden in einer ersten Pilotierung erprobt. Die Pilotierung sollte dazu beitragen, die Qualität der entwickelten Aufgaben zu bewerten. Das Ziel bestand darin, zunächst diejenigen Aufgaben zu identifizieren, die sich besonders gut eignen, um den Vorwissenstand der Proband*innen zu ermitteln. Im zweiten Pilotierungsschritt (Kapitel 4.3) sollte der gesamte Vorwissenstest dahingehend untersucht werden, inwieweit er sich eignet, das Vorwissen der Proband*innen abzubilden.

4.2.1 Durchführung und Auswertung der ersten Testpilotierung

Durchführung: Die insgesamt 24 Mathematik- und 18 Physikaufgaben wurden in zwei Testhefte aufgeteilt. Dies sollte die Bearbeitungszeit reduzieren und eine Analyse aller Aufgaben ermöglichen. Die beiden Testhefte mit je 12 Mathematik- und 9 Physikaufgaben wurden jeweils in zwei Versionen gedruckt (jeweils mit dem Mathematikteil und dem Physikteil in vertauschter Reihenfolge, s. Abbildung 13). Diese Entscheidung wurde getroffen, um einen systematischen Fehler durch

Positions- und Reihenfolgeeffekte zu reduzieren. Bei der Aufteilung und Reihenfolge der Aufgaben wurde großer Wert darauf gelegt, dass die Verteilung und Reihenfolge der Aufgaben in ihrer erwarteten Schwierigkeit in allen Testheften etwa gleich war.

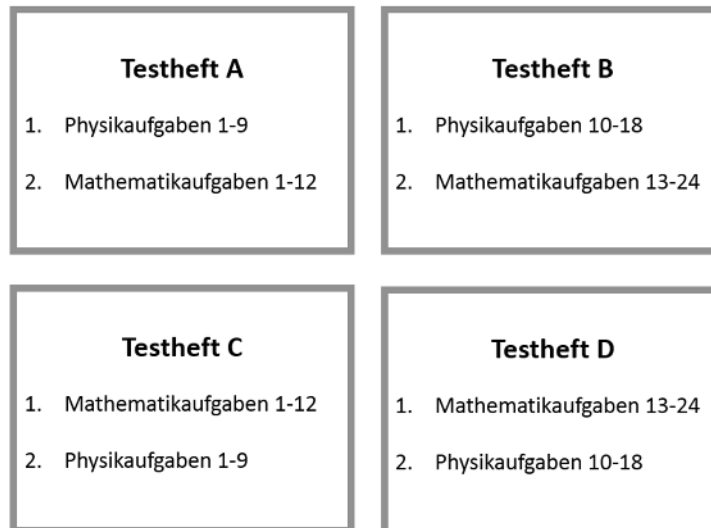


Abbildung 13: Darstellung der Aufteilung der Aufgaben in die verschiedenen Testhefte

Der Testdurchlauf wurde in einem Mathematikbrückenkurs für Studienanfänger*innen der Physik, Ingenieurwissenschaften und weiteren physikaffinen Fächern an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) durchgeführt. Der Auswahl der Kohorte wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass sich die Fähigkeiten von Studienanfänger*innen für Studiengänge für physikaffine Fächer ähneln.

Es wurden keine Ankeritems festgelegt. Durch die zufällige Verteilung der Testhefte auf die Personen ($N = 313$) kann davon ausgegangen werden, dass die mittlere Personenfähigkeit beider Teilkohorten etwa gleich ist.

Auswertungsmethode: Für die Auswertung der Testresultate wird nach der Item-Response-Theory (IRT) verfahren. Bei der IRT handelt es sich um eine Testtheorie, die davon ausgeht, dass das Antwortverhalten von Testteilnehmer*innen sowohl von der Personenfähigkeit auf dem befragten Gebiet, als auch von der Itemschwierigkeit abhängt. Es wird also nicht, wie in der klassischen Testtheorie (KTT) davon ausgegangen, dass der Summenwert eines Tests intervallskaliert ist, sondern geht von verschiedenen Schwierigkeiten der Items bzw. Aufgaben aus (Bühner 2006). Somit sind verlässlicher interpretierbare Aussagen über die Aus-

prägung des zu messenden Konstrukts möglich, weshalb die IRT für die Auswertung von kognitionsbezogenen Daten, wie in diesem Fall den Ergebnissen des Vorwissenstests, als empfehlenswert gilt (Neumann 2014).

Das Modell der IRT, das hier Anwendung findet, ist das Rasch-Modell (bzw. 1-Parameter-logistisches-Modell (1PL)). Es ist folgendermaßen definiert:

$$P(x_{vi}) = \frac{e^{(\xi_v - \sigma_i)}}{1 + e^{(\xi_v - \sigma_i)}}.$$

$P(x_{vi})$ ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der/die Proband/in das Item i richtig löst. Dabei steht ξ_v für den Parameter der individuellen Personenfähigkeit der Person v und σ_i für den Schwierigkeitsparameter des Items i .

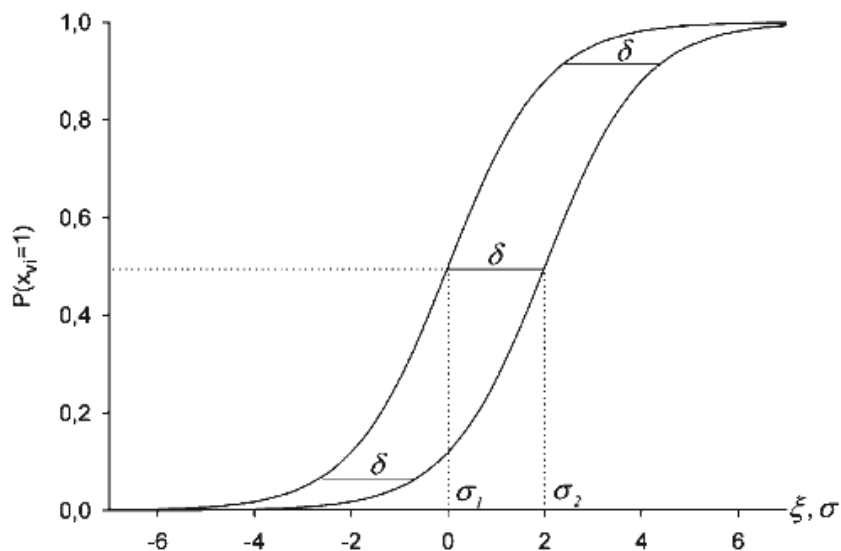


Abbildung 14: Beispiel einer Item-Characeristic-Curve (ICC) von zwei Rasch-homogenen Items, je mit den Schwierigkeitsparametern $\sigma_1 = 0$ und $\sigma_2 = 2$. Die Differenz der Schwierigkeiten $\delta = \sigma_2 - \sigma_1$ bleibt bei allen Ausprägungen von ξ konstant (Moosbrugger 2012, S. 247).

Vereinfacht geht das Rasch-Modell davon aus, dass wenn die Fähigkeit der Person v der Aufgabenschwierigkeit σ_i gleicht, die Lösungswahrscheinlichkeit 50% beträgt. Ist die Personenfähigkeit größer als der Schwierigkeitswert der Aufgabe, so ist die Lösungswahrscheinlichkeit $> 50\%$. Analog gilt, dass eine geringere Personenfähigkeit im Vergleich zur Itemschwierigkeit zu einer Lösungswahrscheinlichkeit $< 50\%$ führt. Im Rasch-Modell wird davon ausgegangen, dass alle Items die

gleiche Trennschärfe besitzen (Rost 2010). Daher haben die logistischen Funktionen der verschiedenen Items die gleiche Steigung mit einer Translation entlang der σ –Achse (was die verschiedenen Schwierigkeiten darstellt, s. Abbildung 14).

Die Modellierung nach Rasch wird mit einem numerischen Verfahren durchgeführt, das die Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten gleichermaßen schätzt. Dieses Analyseverfahren kann mögliche Probleme von Items oder Personen aufdecken. Für eine Person beispielsweise, die die Antworten nur rät, kann keine sinnvolle Personenfähigkeit ermittelt werden. Auffällige Kennwerte können dann dazu genutzt werden, die entsprechende Person auszuschließen, um die Kennwerte verlässlicher schätzen zu können. Ebenso gibt es auch Items, die nicht das gewünschte Konstrukt messen. Es gibt Items, bei denen mit steigender Personenfähigkeit die Lösungswahrscheinlichkeit nicht modellkonform steigt. Solche Items können keine valide interpretierbaren Aussagen über eine Personenleistung ermöglichen.

Grundsätzlich gilt es auch zu überprüfen, ob die Mathematik- und Physikaufgaben jeweils ein eigenständiges Konstrukt bilden oder zusammengeschlossen in einem einzigen Konstrukt besser interpretierbare Aussagen zulassen. Auf der Basis des Dimensionsvergleichs von zwei getrennten oder einem übergeordneten Konstrukt (Rost 2010) findet im Anschluss die Schätzung von Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten statt.

Um zu überprüfen, ob die Items den Bedingungen der Rasch-Analyse entsprechen, werden verschiedene Parameter analysiert.

- Der Infit-Parameter *weighted Mean Square (Infit MNSQ)* gibt an, inwieweit das theoretisch angenommene Modell der Lösungswahrscheinlichkeit von dem empirischen Verlauf abweicht (Bond und Fox 2012). Der Erwartungswert liegt hier bei 1. Werte zwischen .8 und < 1.2 gelten als akzeptabel (Wright und Linacre 1994).
- Im *standardisierten Infit (Infit std.)* wird über die Transformation in eine T-Verteilung die Stichprobengröße mitberücksichtigt. Er gibt mit einem Erwartungswert von 0 und einer Standardabweichung von 1 an, inwieweit sich das theoretische vom empirischen Modell signifikant voneinander unterscheiden. Dies trifft zu ($p < .05$), sofern der T-Wert außerhalb des Intervalls [-2; 2] liegt (Bond und Fox 2012).

- Die ICC (s. Abbildung 14) ist ein visuelles Kriterium, nach dem die Güte der Items beurteilt werden kann. Hierbei werden der theoretische Verlauf der Lösungswahrscheinlichkeiten und der empirische in einem Diagramm verglichen. Da der Infit MNSQ ein Durchschnittsmaß ist, können manche Probleme von Items nur über den Kurvenverlauf identifiziert werden (Bond und Fox 2012).

Rasch-Analysen können schon mit sehr kleinen Stichproben ab ca. 16 Proband*innen durchgeführt werden, was jedoch eine geringe Stabilität der Itemkalibrierung zur Folge hat (Linacre 1994). Ab 150 Proband*innen kann laut Linacre (1994) von einer hinreichend hohen Stabilität ausgegangen werden. Neumann (2014) empfiehlt 100 Proband*innen als Mindestanzahl.

Die Analysen wurden mit dem Softwarepaket *ConQuest 2.0* durchgeführt.

Umgang mit Daten und Missings: Die Antworten in den Testheften wurden, um Übertragungsfehler zu vermeiden, zweimal digitalisiert und abgeglichen. Bei den Missings wurden vorerst die Kategorien „nicht ausgefüllt“ und „nicht eindeutig“ (z. B. mehrere Kreuze gesetzt) unterschieden. Für die Auswertung mussten die Items dichotomisiert werden. Hierbei wurden alle richtig gelösten Items mit einer „1“ kodiert und die falschen Antworten als „0“. Dabei wurden auch die Antworten „weiß nicht“ und mehrdeutige Antworten als falsch interpretiert. Nicht ausgefüllte Items wurden in den Fällen als falsch interpretiert, in denen man nicht auf einen Zeitmangel oder Nichtbereitschaft des Lösens schließen konnte. Wurden also mindestens die letzten beiden Items und die anschließenden Personenangaben nicht ausgefüllt, wurde dies als „Zeitmangel oder Nichtbereitschaft“ interpretiert. Datensätze, auf die das zutrif, wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Da es sich hierbei um je drei Proband*innen pro Testheft, also weniger als 5% des Datensatzes, handelte, wird dieses Vorgehen als akzeptabel erachtet (Lüdtke et al. 2007).

4.2.2 Ergebnisse der ersten Testpilotierung

Stichprobe: Insgesamt wurden $N = 313$ Studienanfänger*innen befragt. Es wurden alle vier Testhefte zwischen 73 und 88-mal ausgefüllt. Die Daten der Testhefte A und C sowie der Testhefte B und D wurden zusammengefügt, da sie dieselben Aufgaben enthalten und keine Reihenfolgeeffekte festgestellt werden konnten. Sie werden im Folgenden als Testheft 1 und Testheft 2 beschrieben.

Es haben $N_1 = 151$ das erste Testheft und $N_2 = 162$ das zweite Testheft bearbeitet. In die letztendliche Datenanalyse wurden dann $N_1 = 148$ und $N_2 = 159$ übernommen. Da für beide Testhefte rund 150 ausgewertet werden konnten, reichten die Stichproben jeweils für eine Analyse aus (Neumann 2014; Linacre 1994).

Durchschnittlich waren die Studierenden 21 Jahre alt ($SD = 4$). 61% der Befragten gaben an männlich zu sein, 30% weiblich. Dabei waren 7% für den Studiengang Physik eingetragen, die restlichen für andere, hauptsächlich ingenieurwissenschaftliche Studiengänge. Insgesamt wurden 48% der Aufgaben richtig gelöst.

Ergebnis der Rasch-Analyse: Fünf Kriterien wurden bei den einzelnen Items überprüft: Auffällig hohe oder niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (von mehr als 90% oder weniger als 20% gelöst), eine augenscheinliche Missverteilung auf die Distraktoren und den Attraktor (wenn beispielsweise ein Distraktor extrem oft oder selten gewählt wurde), der *Infit MNSQ*, der *Infit std.* und die ICC. Zeigte ein Item bezüglich einer oder mehrerer dieser Kriterien Auffälligkeiten, wurde es unter Berücksichtigung inhaltlicher Aspekte ausgeschlossen.

Dimensionsvergleich: Zunächst konnte im Dimensionsvergleich bestätigt werden, dass die beiden Testteile Mathematik und Physik empirisch voneinander trennbar sind. Als Informationskriterien zur Modellwahl wurden hier das *Akaike Information Criterion (AIC)* und das *Bayesian Information Criterion (BIC)* gewählt. Beide Kriterien bewerten das Gleichgewicht zwischen der Modellpassung und der Modellkomplexität. Beim *BIC* wird, anders als beim *AIC*, die Stichprobengröße mitberücksichtigt. Beide Werte, *AIC* und *BIC*, sprachen gleichermaßen für die Wahl eines zweidimensionalen Modells. Ebenso fiel der χ^2 -Differenzentest signifikant aus (Tabelle 4).

Tabelle 4: Ergebnisse des Dimensionsvergleichs zwischen Mathematik- und Physikaufgaben

	<i>AIC</i>	<i>BIC</i>	<i>p</i> - Wert (χ^2/df)
1 Dimension	3450	3521	.0002
2 Dimensionen	3436	3516	

Aufgrund dessen wird eine zweidimensionale Modellierung, die in Mathematik und Physik unterteilt, vorgenommen.

Itemauswahl: Insgesamt wurden vier Mathematik- und zwei Physikitems entfernt und zusätzlich eines geändert. Das Ausschlussverfahren der Items wird exemplarisch an mehreren Items dargelegt:

<i>Aufgabe 1</i>		$\frac{15}{7}$	<input type="checkbox"/>	A
Wie lautet die richtige Lösung?		$\frac{10}{21}$	<input type="checkbox"/>	B
$\frac{5}{7} \cdot \frac{3}{2} =$		$\frac{31}{28}$	<input type="checkbox"/>	C
		$\frac{15}{14}$	<input type="checkbox"/>	D
		weiß nicht	<input type="checkbox"/>	E

Abbildung 15: Mathematikitem Aufgabe 1

Aufgabe 1 (s. Abbildung 15) weist für beide Infit-Parameter gute Werte auf (s. Tabelle 5). Allerdings offenbart die Betrachtung der ICC Probleme mit dieser Aufgabe (s. Abbildung 16). Die empirische Kurve liegt fast durchgängig auf dem Wert 1. Bereits der Schätzwert für die Itemschwierigkeit $\sigma = -3,56$ gibt an, dass es sich um ein sehr einfaches Item handelt, und keinerlei Trennschärfe aufweist. Da eine sehr ähnliche Aufgabe zum Thema Bruchrechnen existierte, die etwas schwieriger war ($\sigma = -2,80$) und ansonsten sinnvolle Werte lieferte, wurde Aufgabe 1 entfernt.

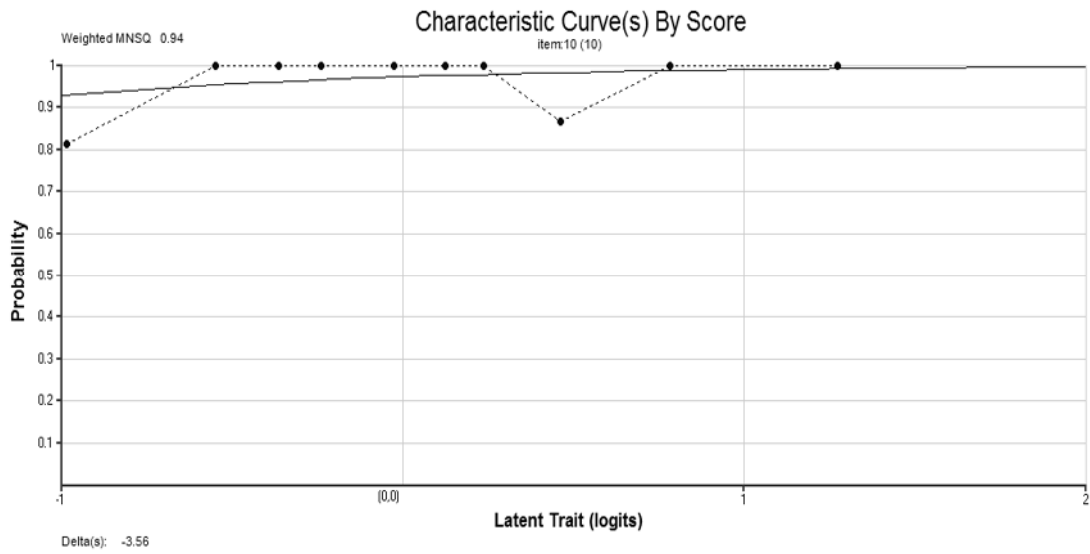


Abbildung 16: ICC zum Mathematikem Aufgabe 1

Tabelle 5: Itemfitwerte des Mathematikems Aufgabe 1

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-3.56	.46	.94	.0


Ein weiteres Mathematikitem, das entfernt wurde, war das folgende:

Aufgabe 8


Der Flächeninhalt einer quadratischen Fläche A ist abhängig von der Kantenlänge k .

Wie verhält sich dann die **Änderung** des Flächeninhalts a bezüglich der Kantenlänge k ?


Wählen Sie den entsprechenden Graphen!



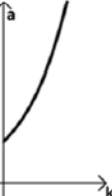
A



B



C



D

weiß nicht

 E

Abbildung 17: Mathematikitem Aufgabe 8

Auch bei Aufgabe 8 (s. Abbildung 17) sind beide Infit-Parameter im guten Bereich (s. Tabelle 6). Allerdings gab auch hier die ICC den Ausschluss des Items zum Anlass, da die beobachtete Lösungswahrscheinlichkeit anscheinend zufällig von der theoretisch angenommenen abweicht (s. Abbildung 18). Auch in diesem Fall gab es eine inhaltlich ähnliche Aufgabe, die dem Modell besser entspricht.

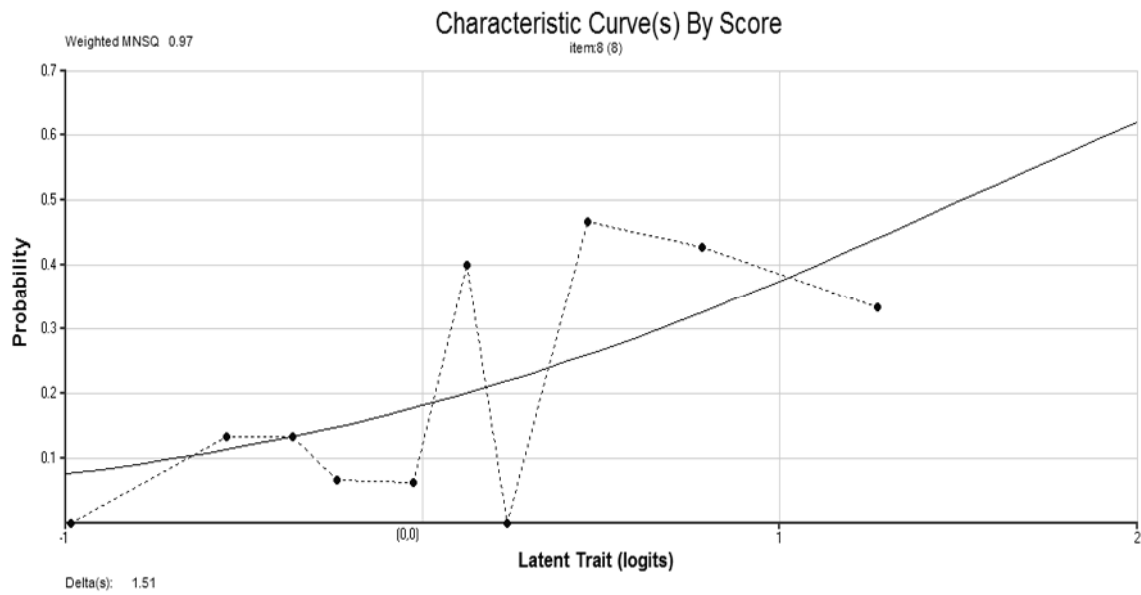


Abbildung 18: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 8

Tabelle 6: Fitwerte des Mathematikitems Aufgabe 8

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.51	.21	.97	.2

Ähnlich wie bei Aufgabe 1 und Aufgabe 8 verhielt es sich bei allen Ausschlüssen. Es wurde auf inhaltlicher Ebene jeweils das modellkonformere Äquivalent ausgewählt.

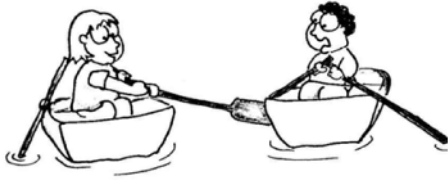
Bei einem Physikitem wurde eine Änderung der Darstellung vorgenommen. In der folgenden Version wurde es eingesetzt:

Aufgabe 5

Pia und Edgar befinden sich in zwei verschiedenen Ruderbooten dicht nebeneinander auf einem See.

Pia drückt mit ihrem Ruder gegen Edgars Boot.

Ergänzen Sie folgenden Satz:
Wenn Pia das Boot von Edgar wegstößt, ...



- wirkt nur eine Kraft auf Pias Boot.
- wirkt nur eine Kraft auf Edgars Boot.
- wirkt auf Pias Boot eine entgegengesetzte Kraft, die genauso groß ist wie die Kraft auf Edgars Boot.
- wirkt auf Pias Boot eine entgegengesetzte Kraft, die kleiner ist als die Kraft auf Edgars Boot.
- weiß nicht

Abbildung 19: Physikitem Aufgabe 5

Die Kennwerte (s. Tabelle 7) des Physikitems Aufgabe 5 (s. Abbildung 19) und die ICC (s. Abbildung 20) zeigen, dass das Item dem Rasch-Modell hinreichend entspricht. Allerdings handelt es sich hier wieder um ein sehr einfaches Item, das von ca. 90% der Proband*innen richtig gelöst wurde. Da im Itempool genügend einfache Items vorliegen, wurde hier der Schwierigkeitsgrad erhöht, indem eine weitere Person in eines der Boote hinzugefügt wurde (s. Abbildung 21).

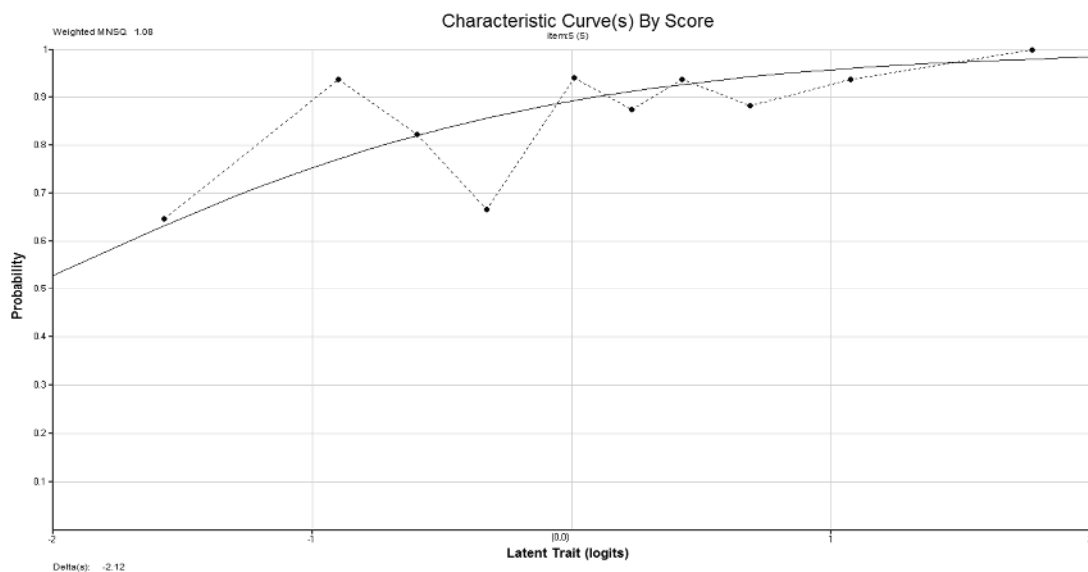


Abbildung 20: ICC des Physikitems Aufgabe 5

Tabelle 7: Fitwerte des Physikitems Aufgabe 5

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-2.12	.24	1.08	.5

Die geänderte Aufgabe 5 wurde im zweiten Pilotierungsschritt (Kapitel 4.3) auf ihre Passung auf das Raschmodell überprüft.

**Abbildung 21:** Geänderte Zeichnung zum Physikitem Aufgabe 5

Die Änderung und Selektion der Aufgaben wurde innerhalb einer Expert*innenrunde durchgeführt.

4.2.3 Diskussion der ersten Testpilotierung

Die erste Pilotierung der Testaufgaben konnte zeigen, dass die meisten Items dem Rasch-Modell entsprachen und daher nur wenige entfernt oder geändert werden mussten. Grundsätzlich liefert die Quote der richtigen Lösungen von 48% einen guten Hinweis dafür, dass die Aufgabenschwierigkeiten der Zielgruppe gut entsprechen. Sechs Items wurden nach den oben beschriebenen Kriterien entfernt (Kapitel 4.2.2). Die Itemselektion dient dazu, einen Itempool zu generieren, der ein breites Spektrum modellkonformer Aufgaben mit guten Trennschärfen aufweist, um gut interpretierbare Testergebnisse zu erhalten. Der Ausschluss der Items kann rückblickend als etwas zu zurückhaltend betrachtet werden. Allerdings wurden die Items noch weiteren Evaluationsschritten unterzogen, in denen noch zusätzliche Itemausschlüsse stattfanden (s. Kapitel 4.3).

4.3 Zweite Pilotierung der Testaufgaben

Um zu überprüfen, ob der Testteil dazu geeignet sind, das Vorwissen in Mathematik und Physik zu Studienbeginn zu erfassen, wurde ein zweiter Pilotierungsschritt vorgenommen. In diesem Schritt wurde die in der ersten Pilotierung überarbeitete Fassung des Testinstruments eingesetzt. Die Ergebnisse wurden inner-

halb einer Rasch-Analyse untersucht und entsprechend ihres Modellfits selektiert. Der Gesamtfitt des resultierenden Modells wurde abschließend bewertet, um die Interpretierbarkeit der Testergebnisse einschätzen zu können.

4.3.1 Durchführung und Auswertung der zweiten Testpilotierung

Durchführung: Die aus der ersten Pilotierung verbliebenen bzw. überarbeiteten Aufgaben wurden in einem Testheft zusammengefügt. Dieses Testheft wurde in zwei Varianten (Mathematik- und Physikteil je vertauscht) gedruckt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um etwaigen Reihenfolgen- und Längeneffekten vorzubeugen. Jedes Testheft enthielt dieselben 16 Physik- und 20 Mathematikaufgaben.

Der Test wurde an der FU Berlin im Physikbrückenkurs (Wintersemester 2014/15) eine Woche vor Vorlesungsbeginn und in der ersten Experimentalphysikvorlesung des Semesters eingesetzt. Laut Studienverlaufsplan wird diese Veranstaltung im ersten Studiensemester von Physik Fach- und Lehramtsstudierenden sowie von Studierenden physikaffiner Studiengänge besucht. Für die Bearbeitung der Testaufgaben wurden 20 Minuten eingeplant.

Am Anfang des Fragebogens war ein personenbezogener Code auszufüllen, der die spätere Zuordnung verschiedener Fragebögen zu einer Person ermöglicht, jedoch nicht auf eine Person selbst rückschließen lässt. Durch diesen Code war es möglich herauszufinden, ob Personen an beiden Befragungen (im Brückenkurs und in der Experimentalphysikvorlesung) teilgenommen hatten. Auf 39 Personen traf dies zu. In diesen Fällen wurde das Testheft vom ersten Befragungszeitpunkt in die Auswertung einbezogen.

Die Ergebnisse wurden von zwei unabhängigen Personen tabellarisiert und abgeglichen, damit Eingabefehler auszuschließen sind.

Auswertungsmethode: Die Testergebnisse wurden erneut einer Rasch-Analyse unterzogen. Die Datenauswertung wurde mit dem Programm *ConQuest 2.0* durchgeführt.

4.3.2 Ergebnisse der zweiten Testpilotierung

Stichprobe: An der Befragung nahmen $N = 172$ Personen teil. Acht Testhefte mussten aus der Analyse ausgeschlossen werden. Hierbei handelte es sich um

Testhefte, bei denen mindestens die letzten beiden Items und die anschließenden Personenangaben nicht bearbeitet worden waren. Dies wurde als „Zeitmangel oder Nichtbereitschaft“ interpretiert. Es ergab sich eine hinreichend große auszuwertende Stichprobe von $N = 164$ (Linacre 1994; Neumann 2014).

Der Altersdurchschnitt betrug 21 Jahre ($SD = 4$). Es gaben 59% an, männlich zu sein und 27% weiblich. 29% der Teilnehmer*innen gaben an, Physik im Monobachelor zu studieren, 26% Physik im Lehramt, und 39% kamen aus sonstigen Studiengängen. Hauptsächlich waren dies Meteorologie und geologische Wissenschaften. Insgesamt wurden 49% der Aufgaben richtig gelöst.

Ergebnisse der Raschanalyse: Die Ergebnisse der Raschanalyse führten dazu, dass zunächst eine Physikaufgabe und zwei Mathematikaufgaben ausgeschlossen wurden.

Aufgabe 8

Ein Stück Metall und ein Stein werden für einige Stunden in einen Backofen mit einer Temperatur 100°C gelegt.

Welches Objekt hat die höhere Temperatur?

Das Metall hat eine höhere Temperatur als der Stein.

Der Stein hat eine höhere Temperatur als das Metall.

Beide Objekte haben die gleiche Temperatur.

Die Informationen reichen nicht aus um eine Aussage zu treffen.

weiß nicht

Abbildung 22: Physikitem Aufgabe 8

Bei Physikitem Aufgabe 8 (s. Abbildung 22) handelte es sich um die einzige Aufgabe im Bereich der Thermodynamik im Physiktestteil. Dem standardisierten Infit kann entnommen werden, dass ein deutlicher Unterfit vorliegt und entsprechend das Ergebnis nicht aussagekräftig interpretierbar ist, da die empirischen Daten stark vom theoretischen Modell abweichen (s. Tabelle 8). Außerdem zeigt die ICC auffällige Abweichungen zwischen der theoretischen und der empirischen Kurve (s. Abbildung 23). Da die Thermodynamik im Vergleich zur Mechanik und Elektrodynamik in der Studieneingangsphase eine eher untergeordnete Rolle spielt,

konnte diese Aufgabe zugunsten der verbesserten Messbarkeit der anderen Themenbereiche aus dem Itempool ausgeschlossen werden.

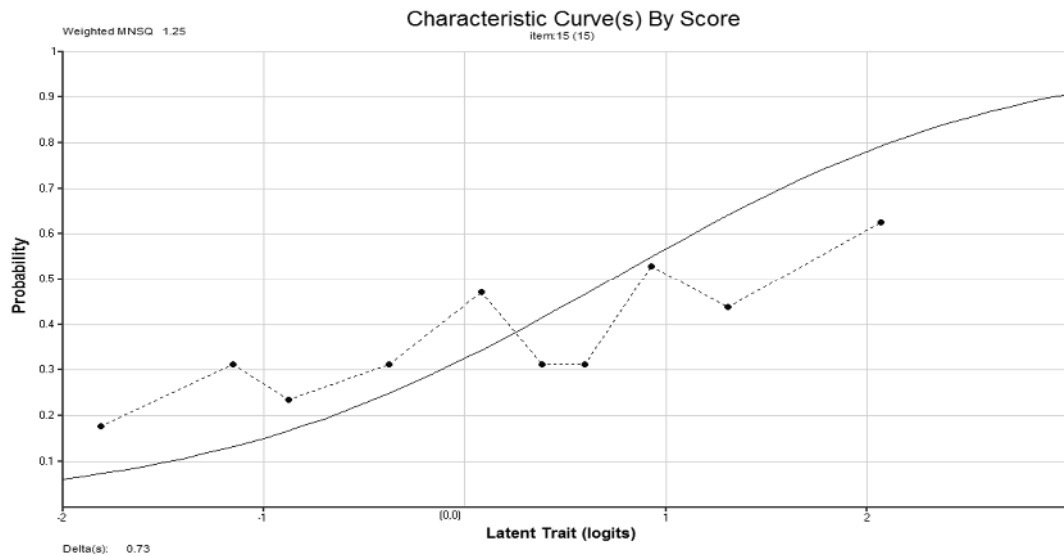


Abbildung 23: ICC zum Physikitem Aufgabe 8

Tabelle 8: Fitwerte zum Physikitem Aufgabe 8

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.73	.18	1.25	3.0

Aufgabe 4

Zwei Vektoren sind genau dann linear unabhängig, wenn sie senkrecht zueinander stehen.

wahr A

falsch B

weiß nicht C

Abbildung 24: Mathematikitem Aufgabe 4

Die ICC der Aufgabe 4 (s. Abbildung 24) weist darauf hin, dass höhere Fähigkeiten unsystematisch zu geringeren Lösungswahrscheinlichkeiten führen können (s. Abbildung 25). Zusätzlich zeigen die Fitwerte, dass sich das Antwortverhalten der Proband*innen nicht modellkonform verhält, da hier ein Underfit vorliegt (s. Tabelle 9). Da es inhaltlich ähnliche andere Aufgaben zur analytischen Geometrie gibt und somit das inhaltliche Spektrum der Aufgaben nicht beeinträchtigt wird, wurde diese Aufgabe entfernt.



Abbildung 25: ICC zum Mathematikem Aufgabe 4

Tabelle 9: Fitwerte zum Mathematikem Aufgabe 4

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.03	.19	1.30	2.9

Aufgabe 11

Wie lautet die Ableitung der Funktion f?

$$f(x) = 2x^3$$

$f'(x) = 2x^2$	<input type="checkbox"/>	A
$f'(x) = 6x^2$	<input type="checkbox"/>	B
$f'(x) = 6x$	<input type="checkbox"/>	C
$f'(x) = x^3$	<input type="checkbox"/>	D
weiß nicht	<input type="checkbox"/>	E

Abbildung 26: Mathematikem Aufgabe 11

Obwohl die Fitwerte der Aufgabe 11 (s. Abbildung 26) nur geringfügig vom Akzeptablen abweichen (s. Tabelle 10), wurde dieses Item ebenfalls aus dem Test entfernt. Die ICC zeigt stärkere Abweichungen von der theoretischen Kurve (s. Abbildung 27). Dies weist darauf hin, dass sich das Item nicht dafür eignet, Fähigkeiten präzise zu erfassen. Darüber hinaus existiert ein ähnliches Item mit einer besseren Modellpassung. Auch um inhaltliche Redundanzen und damit die verzerrte Gewichtung der Testergebnisse zu vermeiden, wurde Aufgabe 11 entfernt.

4.3 Zweite Pilotierung der Testaufgaben

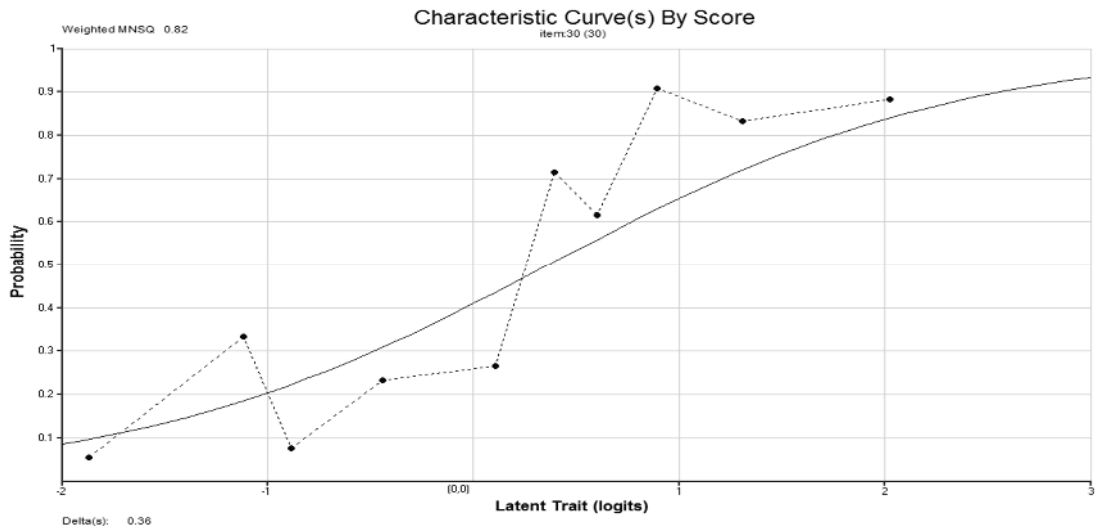


Abbildung 27: ICC zum Mathematikem Aufgabe 11

Tabelle 10: Fitwerte zum Mathematikem Aufgabe 11

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.36	.18	0.82	-2.5

Unter Ausschluss der aufgeführten Items wurde eine weitere Rasch-Analyse durchgeführt. Die Ergebnisse führten dazu, dass ein weiteres Mathematikem entfernt werden musste.

Aufgabe 12

Wie groß ist die Steigung der Geraden, die durch folgende Punkte festgelegt ist?
 $P(1|4); Q(5| - 4)$

m=2 A
 m=-2 B
 $m=\frac{1}{2}$ C
 $m=-\frac{1}{2}$ D
 weiß nicht E

Abbildung 28: Mathematikem Aufgabe 12

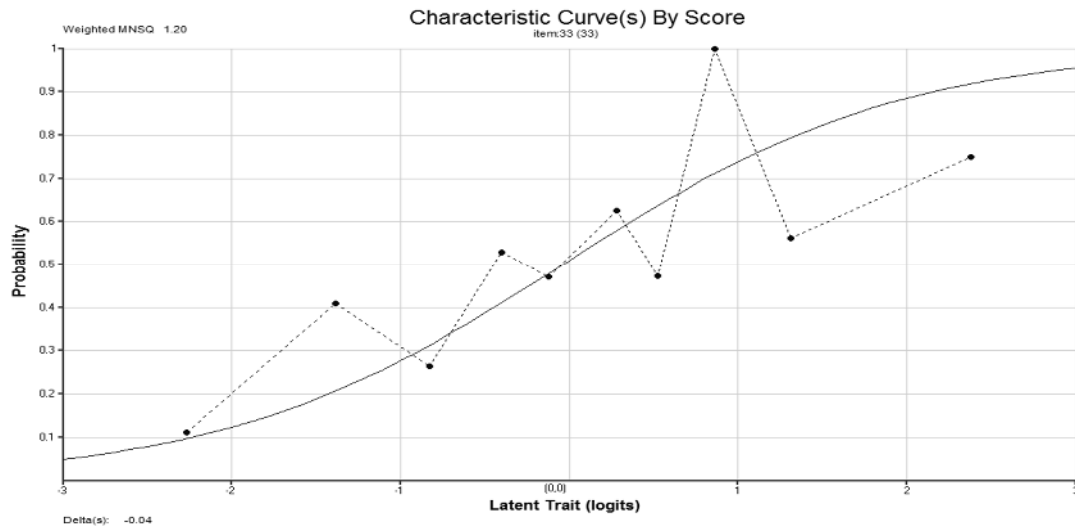


Abbildung 29: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 12

Der standardisierte Infit zu Aufgabe 12 (s. Abbildung 28) weist auf einen deutlichen Underfit hin, was darauf hinweist, dass die Ergebnisse dieses Items keine sinnvollen Interpretationen zulassen, wenngleich die übrigen Fitwerte akzeptabel scheinen (s. Tabelle 11). Die ICC oszilliert um die theoretische Kurve und zeigt teilweise deutliche Abweichungen, die bei einem besseren Gesamfit noch toleriert hätten werden können (s. Abbildung 29). Aus inhaltlicher Sicht ist der Ausschluss des Items suboptimal, da es kein inhaltliches Pendant dazu gibt.

Tabelle 11: Fitwerte zum Mathematikitem Aufgabe 12

σ	<i>Error</i>	<i>Infit MNSQ</i>	<i>Infit std</i>
-0.04	.18	1.20	2.8

In Kapitel 4.2.2 wurde die Änderung des Physikitem Aufgabe 5 (s. Abbildung 19) begründet. Die Ergebnisse des geänderten Items werden im Folgenden dargestellt:

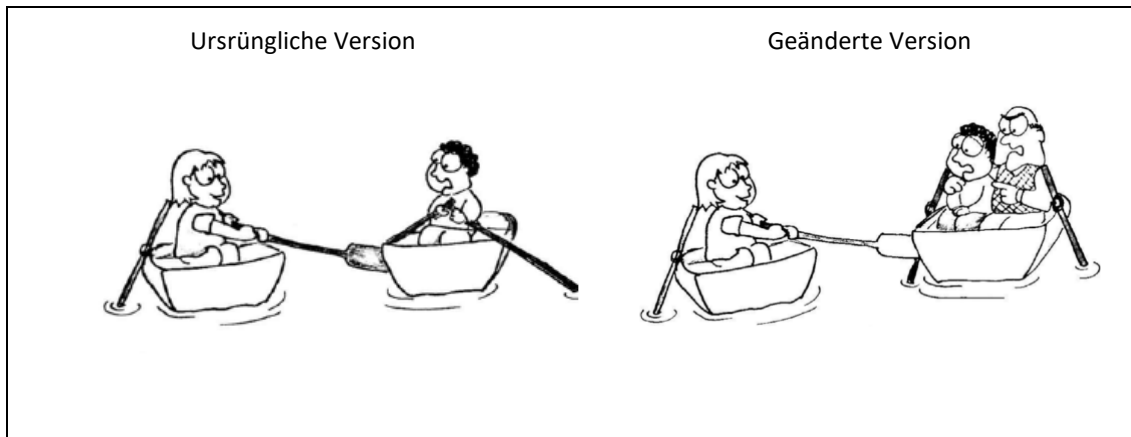


Abbildung 30: Vergleich beider Versionen des Physikitems Aufgabe 5

Da die Ergebnisse von unterschiedlichen Proband*innengruppen stammen und ihnen unterschiedliche Modelle zugrunde liegen, sind sie nicht direkt miteinander vergleichbar. Da jedoch beide Pilotierungen insgesamt sehr ähnliche Ergebnisse lieferten, können die Ergebnisse dennoch miteinander kontrastiert werden.

Es lässt sich erkennen, dass der gewünschte Effekt, die Aufgabe 5 (s. Abbildung 30) schwieriger zu gestalten, durch die vorgenommene Änderung eingetreten ist. Die Schwierigkeit hat sich um mehr als eine Einheit nach oben verschoben (s. Tabelle 12). Auch die weiteren Fitmaße sind im akzeptablen Bereich geblieben. Einzig der Einbruch der empirischen Kurve in der ICC im mittleren Fähigkeitsbereich ist durch die Änderung der Aufgabe verstärkt worden (s. Abbildung 31 und Abbildung 32). Da die Kurve insgesamt noch akzeptabel erscheint, wird die Aufgabe in ihrer geänderten Form beibehalten

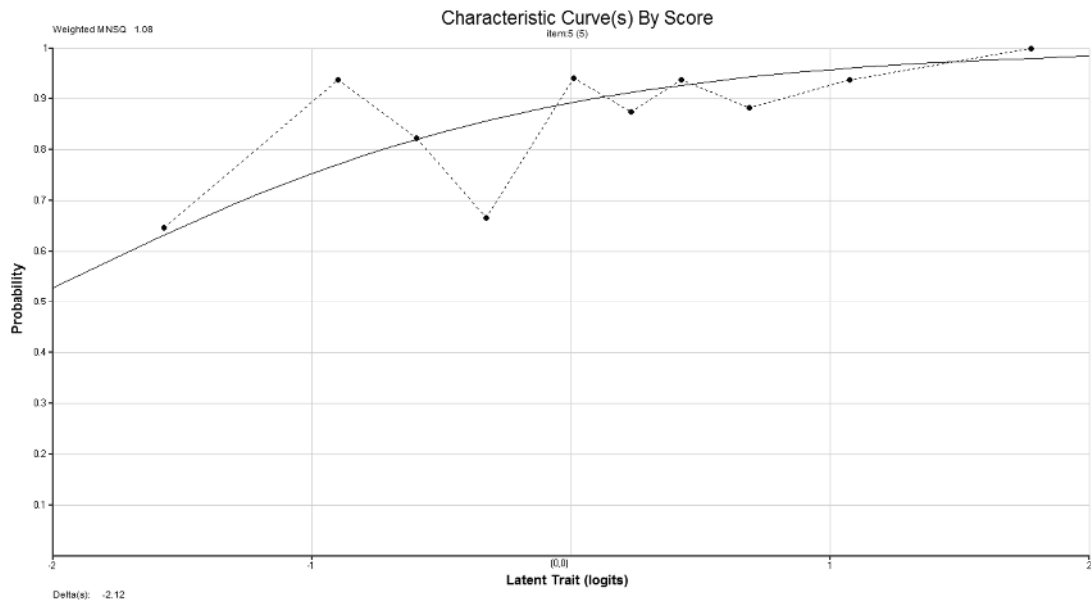


Abbildung 31: ICC der ursprünglichen Version des Physikitems Aufgabe 5

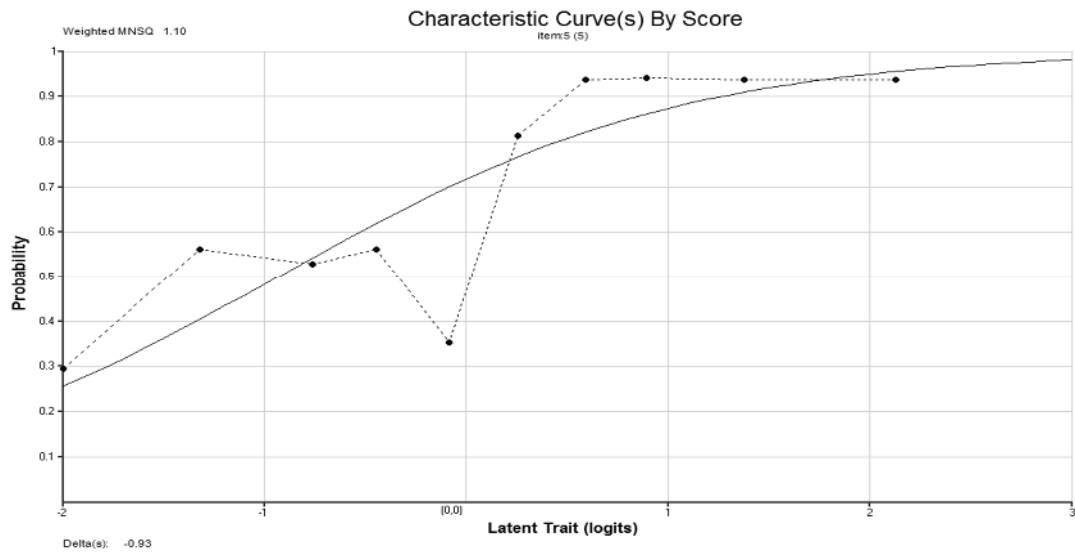


Abbildung 32: ICC der geänderten Version des Physikitems Aufgabe 5

Tabelle 12: Vergleich der Fitwerte beider Versionen des Physikitems Aufgabe 5

	σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
Pilotierung 1	-2.12	.24	1.08	.50
Pilotierung 2	-0.93	0.19	1.1	1.1

Unter Ausschluss der dargelegten Items ergibt die Rasch-Analyse folgendes Ergebnis:

Tabelle 13: Darstellung der Ergebnisse der Raschanalyse der zweiten Testpilotierung

Nummer	Item	σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1	Physik 1	-1.40	0.20	1.05	0.5
2	Physik 2	-0.83	0.19	0.92	-0.9
3	Physik 3	-2.00	0.23	0.94	-0.4
4	Physik 4	0.55	0.18	0.85	-2.0
5	Physik 5	-0.93	0.19	1.10	1.1
6	Physik 6	0.10	0.18	0.86	-1.9
7	Physik 7	-1.61	0.21	1.14	1.2
8	Physik 8	-0.35	0.18	0.96	-0.5
9	Physik 9	1.03	0.19	1.13	1.5
10	Physik 10	-0.80	0.19	1.05	0.6
11	Physik 11	1.18	0.19	1.02	0.3
12	Physik 12	1.25	0.20	0.84	-1.8
13	Physik 13	1.18	0.19	1.05	0.6
14	Physik 14	1.10	0.19	1.02	0.2
15	Physik 15	0.26	0.18	1.12	1.6
16	Mathe 1	-2.60	0.27	1.02	0.2
17	Mathe 2	1.01	0.19	0.95	-0.6
18	Mathe 3	-2.26	0.25	1.15	1.0
19	Mathe 4	1.23	0.20	0.90	-1.1
20	Mathe 5	1.91	0.22	0.84	-1.3
21	Mathe 6	0.18	0.18	1.14	1.9
22	Mathe 7	-1.00	0.19	0.95	-0.6
23	Mathe 8	-0.59	0.18	1.03	0.4
24	Mathe 9	1.12	0.19	1.17	1.9
25	Mathe 10	-3.25	0.34	0.90	-0.3
26	Mathe 11	-1.11	0.19	1.08	0.9
27	Mathe 12	-0.42	0.18	1.15	1.9
28	Mathe 13	-0.23	0.18	1.07	1.0
29	Mathe 14	1.73	0.21	1.11	0.9
30	Mathe 15	0.28	0.18	0.89	-1.5
31	Mathe 16	1.16	0.19	0.92	-0.9
32	Mathe 17	0.80	0.19	0.90	-1.3

Infit MNSQ akzeptabel im Intervall [.8;1.2] (Wright und Linacre 1994)

Infit std. im Intervall [-2;2] (Bond und Fox 2012)

Tabelle 13 zeigt, dass die Fitwerte alle im gut interpretierbaren Bereich liegen. Der gewichtete T-Wert der vierten Physikaufgabe (grau markiert) befindet sich an der Grenze. Allerdings handelt es sich hierbei um einen tendenziellen Overfit, der sich in folgenden Auswertungen sinnvoll interpretieren lässt. Die beiden Dimensionen Mathematik und Physik korrelieren mit einem Wert von .82 hoch miteinander. Beide Skalen können als reliabel erachtet werden mit $Rel_{EAP/PV_{Phy}} = .89$ für die Physikskala und $Rel_{EAP/PV_{Math}} = .83$ für die Mathematikskala. Diese Werte können äquivalent zu Chronbachs α interpretiert werden (Rost 2004).

Im Folgenden wird die Verteilung der Items entsprechend ihrer Schwierigkeit sowie die Verteilung der Proband*innen entsprechend ihrer Fähigkeit dargestellt. Dies geschieht in Form einer Wrightmap. Die rechte Spalte der Wrightmap (Abbildung 33) stellt die Items (deren Nummerierung der Tabelle 13 zu entnehmen ist) entsprechend ihrer Schwierigkeit dar.

Zur Verdeutlichung ein Beispiel: Die oberste Zahl auf der rechten Seite ist die 20. Dies entspricht dem fünften Mathe-Item mit einer Schwierigkeit von $\sigma = 1.91$, welcher der höchste Wert der Tabelle ist. Der niedrigste Wert ($\sigma = -3.25$) entspricht der einfachsten Aufgabe, nämlich Item25 (bzw. Mathe 10). Daher ist die 25 ganz unten zu sehen. Gleichermäßen verhält es sich mit den Personenfähigkeiten, die in den beiden linken Spalten, nach Mathematik und Physik getrennt, aufgeführt sind. Jedes ‚X‘ in der Grafik repräsentiert 1.1 Person. Die X-Symbole ganz oben repräsentieren die Personen, die in der jeweiligen Dimension besonders fähig sind, die ganz unten diejenigen, die am wenigsten fähig sind. Steht nun ein Item in seiner Schwierigkeit einer Person mit der gleichen Fähigkeit in der entsprechenden Dimension gegenüber, besteht eine Wahrscheinlichkeit von 50%, dass diese Person das Item korrekt löst.

4.3 Zweite Pilotierung der Testaufgaben

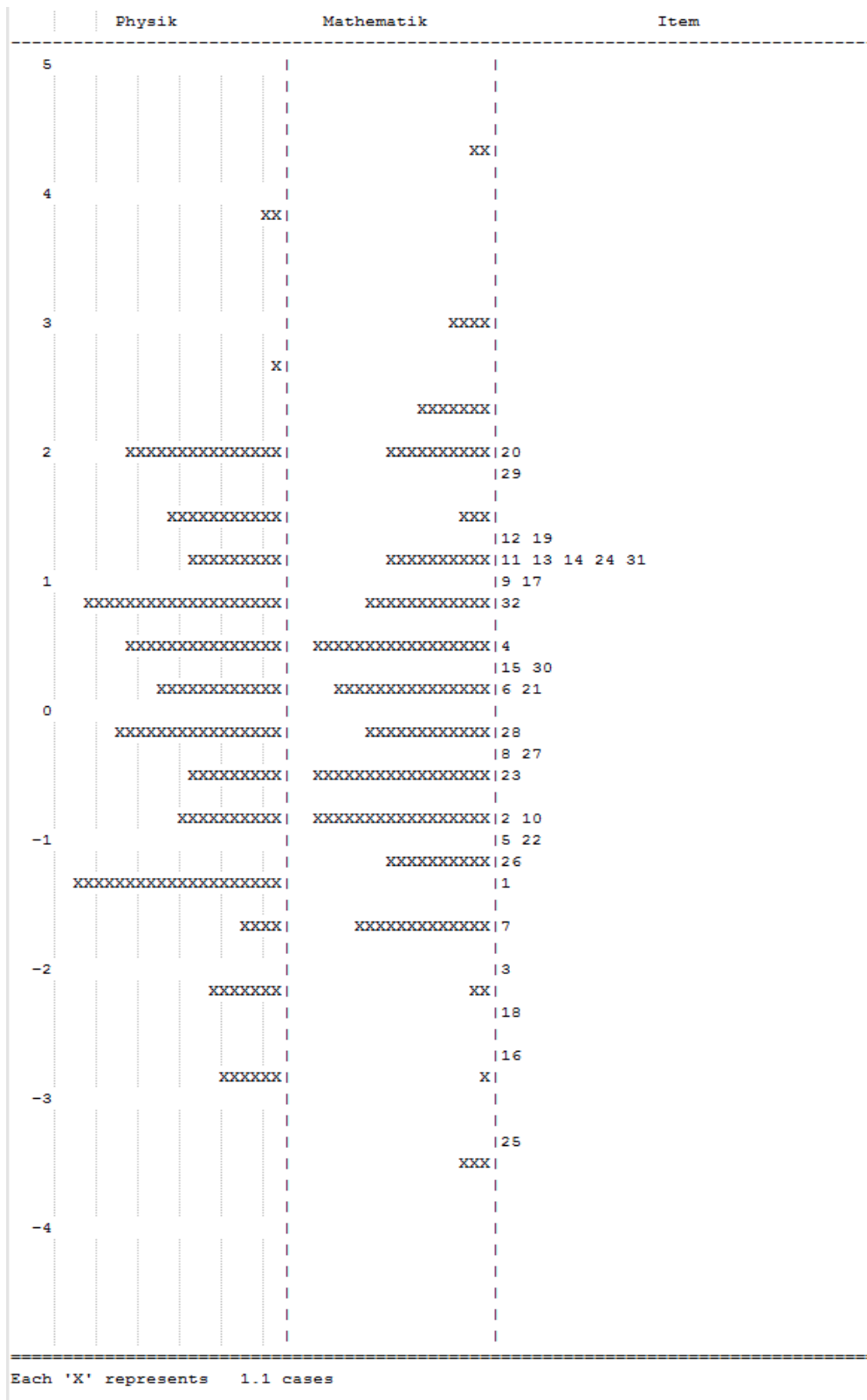


Abbildung 33: Darstellung der Personenfähigkeiten in den Dimensionen Mathematik und Physik, sowie die Aufgabenschwierigkeiten in einer Wrightmap. Die Zuordnung der Nummern bezüglich der Items ist der Tabelle 13 zu entnehmen.

Aus der Wrightmap (Abbildung 33) ist abzulesen, dass der mittlere Fähigkeitsbereich bei den Probanden, sowie der mittlere Schwierigkeitsbereich bei den Items besonders dicht abgedeckt sind. Die Randbereiche sind weniger stark vertreten.

4.3.3 Diskussion der zweiten Testpilotierung

Innerhalb der zweiten Pilotierung mussten vier weitere Items eliminiert werden. In der ersten Version wurden die Testaufgaben in zwei unterschiedliche Testhefte aufgeteilt, um die Passung der empirischen Lösungswahrscheinlichkeiten auf das Rasch-Modell zu untersuchen. Nachdem einige Items aus dem Aufgabenkanon ausgeschlossen wurden, war die Bearbeitung aller verbliebenen Items innerhalb eines Testhefts möglich. Daher konnte der Test als zusammenhängendes Instrument evaluiert werden.

Die Skalen zu *Vorwissen* in *Mathematik* und *Physik* können getrennt voneinander interpretiert werden. Die hohe Korrelation der beiden Dimensionen von .82 erscheint plausibel. Beide Skalen weisen mittlere Reliabilitäten von $> .82$ auf, und alle verbliebenen Items entsprechen den Anforderungen eines Rasch-Modells. Der Wrightmap (s. Abbildung 33) ist zu entnehmen, dass sowohl die Personen in ihren Fähigkeiten, als auch die Aufgaben in ihren Schwierigkeiten im mittleren Bereich besonders stark vertreten sind. In den Randbereichen sind insbesondere die Aufgaben deutlich unterrepräsentiert. Da der Test nicht als allgemeines Testinstrument zur Leistungsdifferenzierung entwickelt wurde, sondern in Hinblick auf die Vorhersage von Studienerfolgen, ist dies unproblematisch. Der Test soll gerade im mittleren Leistungsbereich besonders stark differenzieren können, was durch diese Verteilung gewährleistet ist. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse des Tests als Maß des Vorwissens in Physik und Mathematik bei Studienanfänger*innen interpretiert werden können.

4.3 Zweite Pilotierung der Testaufgaben

5 Entwicklung des Tests zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen zur Erfassung nicht-kognitiver Prädiktoren

Das Rahmenmodell zum zentralen Forschungsanliegen (s. Abbildung 12) stellt das Studium als Input-Output-Beziehung dar. Einen Teil des Inputs bilden domänenspezifische erfolgskritische Verhaltensweisen und Einstellungen. Im folgenden Abschnitt wird ausführlich dargelegt, wie die domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen, aufbauend auf Vorarbeiten von Schmidt und Nordmeier (2009) als solche identifiziert und nach Relevanz selektiert sowie faktoranalytisch in ein quantitativ messbares Instrument überführt wurden.

5.1 Itementwicklung als Vorarbeit durch Schmidt und Nordmeier (2009)

Die Grundlage für die Testentwicklung zu den domänenspezifischen Einstellungen bildete ein umfassender Itempool, entwickelt durch Schmidt und Nordmeier (2009).

Das Vorgehen zur Itementwicklung basierte auf zwei miteinander verknüpften Methoden: *Der Critical Incident Technique* (CIT) nach Flanagan (1954) sowie der *Methode zur Ermittlung und Validierung von Anforderungen an Studierende* (MEVAS) nach Hell et al. (2007).

Bei der CIT handelt es sich um eine Methode, die kritische domänenbezogene Ereignisse mit entsprechenden Verhaltensweisen für deren erfolgreiche Bewältigung ermittelt (Flanagan 1954). Oft dienen Workshops dazu, kritische und hilfreiche Verhaltensweisen zu identifizieren. Daraus resultierend können Verhaltensanforderungen beschrieben werden.

Die MEVAS wird in Hell et al. (2007) durch das Durchführen folgender Schritte beschrieben:

„1. Durchführung von Critical Incident-Workshops mit Hochschullehrern und erfahrenen Studierenden.

2. Sichtung und redaktionelle Bearbeitung der gewonnenen Itemliste.

3. Abgleich und gegebenenfalls Anreicherung der Itemliste mit Items aus vorhandenen Untersuchungen.
4. Empirische Prüfung der Items: Bestimmung des Grads, in dem die Anforderungen erfüllt sind; Feststellung der Bedeutsamkeit sowohl durch Studierende als auch durch Hochschullehrer.
5. Ermittlung von Studienerfolgskriterien bei den Studierenden.
6. Gegebenenfalls Reduktion der Items durch Elimination von nicht bedeutsamen Items (Einschätzung durch Hochschullehrer).
7. Bestimmung der Anforderungsdimensionen durch Strukturanalysen des Erfüllungsgrads (Selbsteinschätzung der Studierenden).
8. Gegenüberstellung der Bedeutsamkeits- und Erfüllungsgradeinschätzungen.
9. Validierung der Anforderungsdimensionen (Selbsteinschätzung Erfüllungsgrad durch die Studierenden) an den Erfolgskriterien.“

(Hell et al. 2007, S. 89)

Durch dieses Vorgehen verbindet die MEVAS die Vorteile einer spezifischen Itemsammlung auf qualitativer Basis mit einer daran anknüpfenden empirischen Überprüfung (Hell et al. 2007). Somit kann diese Methode für die Planung und Implementation von Auswahlverfahren im Bereich der Studienberatung verwendet werden (Schmidt und Nordmeier 2009).

5.1.1 Durchführung der Itementwicklung

Die Anforderungsanalyse zur Entwicklung der Items fand in Form eines zweitägigen Workshops mit drei weiblichen und zehn männlichen Studierenden statt. Hierbei wurde zunächst das MEVAS Verfahren erläutert. Darauf aufbauend wurden die Studierenden dazu aufgefordert, die Dimensionen aus der MEVAS von Hell et al. (2007) im Hinblick auf fachspezifische Besonderheiten der Physik, die zum Erfolg führen können, zu modifizieren.

Zum zweiten Workshoptermin wurden SJTs entwickelt. Hierbei wurden von den Studierenden typische Situationen eines Physikstudiums identifiziert und verschiedene unterschiedlich erfolversprechende Umgangsweisen mit dieser Situation entwickelt.

Die daraus gewonnenen 70 kritischen Verhaltensweisen und 45 SJT-Items wurden in einem Fragebogen mit einer sechsstufigen Likertskala von 1 = *trifft überhaupt nicht zu* bis 6 = *trifft völlig zu* bzw. 1 = *völlig unwichtig* bis 6 = *sehr wichtig* versehen und zusammengefügt.

Für die befragten Dozierenden entstand eine Version des Fragebogens zur Fremdeinschätzung, wohingegen die Version für die Studierenden zu einer Selbsteinschätzung aufforderte. Die Dozierenden sollten zusätzlich die Bedeutsamkeit der einzelnen Verhaltensweisen bezüglich ihrer Bedeutsamkeit für das Studium bewerten.

Zusätzlich wurden die folgenden Aspekte in den Fragebogen für die Studierenden aufgenommen:

- HZB und Schulnoten
- *Erlebte Passung im Studium* (Rolfs und Schuler 2002a, 2002b)
- *Studienzufriedenheit* (Westermann et al. 1996) mit Ergänzung aus Trost und Bickel (1979) und Thiel et al. (2008)
- Studienverlaufsdaten und *Vorankommen im Studium* (angelehnt an Kazemzadeh und Schaeper (1984)).

Unter Hinzunahme der aufgezählten Aspekte, wurden $N = 98$ Bachelorstudierende und $N = 13$ Dozierende der FU Berlin aus dem Fachbereich Physik befragt (Schmidt und Nordmeier 2009). Dabei wurden Studierende ausgewählt, die die Studieneingangsphase bereits erfolgreich absolviert hatten, um eine Positivselektion erfolgreicher Verhaltensweisen zu erhalten (Schmidt und Nordmeier 2009).

Stichprobe: Die 98 Studierenden hatten ein Durchschnittsalter von 22.2 (SD 2.52) Jahren. 66.3% studierten im Mono-Bachelorstudiengang, 25.5% im Kombi-Bachelorstudiengang und 8.2% studierten im Kombi-Masterstudiengang Physik (Schmidt und Nordmeier 2009).

Das durchschnittliche Alter der 13 Dozierenden betrug 44.5 Jahre (SD 11.7). Die Lehr- und Forschungsdauer betrug durchschnittlich 17.0 Jahre (SD 12.9) (Schmidt und Nordmeier 2009).

5.1.2 Ergebnisse der Itementwicklung

Nach der Beurteilung der Bedeutung der Verhaltensweisen durch die Dozierenden verblieben 50 erfolgskritische Einzelitems und 35 SJT-Items. Die übrigen wurden als nicht bedeutsam beurteilt (Schmidt und Nordmeier 2009).

Eine anschließende Itemkennwertanalyse reduzierte die Verhaltensweisen auf 29 Items, die sich in sieben Dimensionen einordnen ließen. Die SJT-Items reduzierten sich dadurch auf 19, die sechs verschiedenen Situationen zuzuordnen sind (Schmidt und Nordmeier 2009).

Aufgrund der geringen Stichprobengröße konnte keine Faktoranalyse durchgeführt werden (Comrey und Lee 1992). Im Versuch einer vorläufigen Faktoranalyse konnten jedoch erste Hinweise auf die Bestätigung der Dimensionen mit hinreichend guten Reliabilitäten (Chronbachs $\alpha \in [.60; .80]$) erzielt werden (Schmidt und Nordmeier 2009).

In einer multiplen Regressionsanalyse wurden die Anforderungsdimensionen mit der Studienzufriedenheit, den Modulnoten, sowie den Schulnoten auf ihre statistischen Zusammenhänge untersucht. Die Varianzen der Modulnoten der Experimentalphysik, theoretischen Physik und Mathematik für Physiker konnten durch die Anforderungsdimensionen *Lernverhalten* und *Verhalten in Vorlesungen* zu 18% höchstsignifikant aufgeklärt werden (Schmidt und Nordmeier 2009). Die *Studienzufriedenheit* konnte ebenfalls höchstsignifikant durch das *Lernverhalten* und das *Verhalten in Vorlesungen* vorhergesagt werden (Schmidt und Nordmeier 2009).

Die SJTs konnten 14% der Varianz der erlebten *Passung im Studium* aufklären. Zusätzlich konnten statistische Zusammenhänge von der Mathematik- und Physikschulnote mit dem *Lernverhalten* festgestellt werden (Schmidt und Nordmeier 2009).

5.1.3 Diskussion zur Itementwicklung

Die Arbeit von Schmidt und Nordmeier (2009) leistet einen wichtigen Beitrag für das vorliegende Forschungsprojekt. Die dezidiert erarbeiteten Items bilden die Ausgangslage für die Entwicklung eines Tests zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen. Die durchgeführten Analysen lassen vermuten, dass sich die Dimensionen nach Hell et al. (2007) auch in diesem Itempool finden lassen. Es kann allerdings nicht von einer valide interpretierbaren

Übertragbarkeit auf weitere Stichproben ausgegangen werden, denn zwischen der Entwicklung des Tests und dem vorliegenden Projekt, das 2014 anlief, haben substantielle Änderungen des Studiengangs stattgefunden, indem ein Physik-Lehramtsstudium sui generis implementiert worden ist (Eller et al. 2012). Des Weiteren war zur Zeit der Testentwicklung aufgrund der Datenlage keine Faktorenanalyse möglich. Diese sollte anhand einer größeren Stichprobe durchgeführt werden, um eine anschließende Übertragbarkeit des resultierenden Testinstruments zu ermöglichen.

5.2 Evaluation der Testitems bezüglich des inhaltlichen Umfangs (Expert*innendiskussion)

Da bereits die Entwicklung der Items durch Schmidt und Nordmeier (2009) nur in Anlehnung an Konstrukte der MEVAS Studie nach Hell et al. (2007) stattgefunden hat, ist davon auszugehen, dass sich die Faktorstruktur der Items von Schmidt und Nordmeier (2009) von der Hells et al. (2007) unterscheidet. Nach der Adaption von etablierten Skalen wird eine explorative Faktorenanalyse empfohlen, um weitere dahinterliegende Konstrukte nicht zu übergehen (Brown 2006). Die vorliegenden Items werden entsprechend im Folgenden als Einzelitems betrachtet, deren strukturellen Eigenschaften erst im späteren Verlauf (Kapitel 5.5 und 5.6) nachgegangen wird. Das gleiche gilt für die SJT-Items. Sie werden, wie in Kapitel 2.3.3 begründet, im Rahmen der strukturellen Analyse gleichwertig mit den übrigen Items betrachtet.

5.2.1 Vorgehen bei der Itemselektion in der Expert*innendiskussion

Im ersten Schritt der Testentwicklung wurden die vorliegenden Items nach Schmidt und Nordmeier (2009) gesichtet. In einer informellen Expert*innenrunde, bestehend aus $N = 7$ Expert*innen der Physikdidaktik, wurden die ursprünglichen 70 Items und sechs SJTs, bestehend aus 45 Items, diskutiert. Sofern eines der Items einstimmig als unpassend oder unwichtig für das Forschungsziel erachtet wurde, wurde es gestrichen. Dieser Schritt sollte eine Itemselektion bewirken, damit die nachfolgenden Evaluationsschritte zeitlich ökonomischer und zumutbarer gestaltet werden können und um eine höhere Bereitschaft zur Teilnahme zu erzielen (Moosbrugger 2012). Zusätzlich wurden einige Items umformuliert, um sie verständlicher oder weniger suggestiv zu gestalten (Porst 2000). Als dritte Änderung wurden neue Items hinzugefügt, sofern die Expert*innen einen Aspekt für relevant und fehlend erachteten.

5.2.2 Ergebnisse der Itemselektion in der Expert*innendiskussion

Resultat des Expert*innengesprächs waren 52 Einzelitems und sieben SJTs. Ein gesamter Itemblock, bestehend aus 5 Items, wurde aus dem Fragebogen entfernt. Er hatte den Titel: *Auslandsaufenthalt während des Physikstudiums*. Der Grund für den Ausschluss war, dass Auslandsaufenthalte während des Studiums erfahrungsgemäß nicht in der Studieneingangsphase stattfinden und die Stellungnahme für eine Entscheidung dazu noch nicht von einer/einem Studieninteressierten erwartet werden kann.

Im Zuge der Diskussion ist ein SJT zum Thema *Handynutzung während der Lernzeit*, sowie mehrere Einzelitems zur Nutzung von sozialen Netzwerken entstanden.

5.2.3 Diskussion zur Itemselektion in der Expert*innendiskussion

Durch die Expert*innendiskussion fand die gewünschte Reduktion derjenigen Items statt, die im Konsens als unpassend oder unwichtig galten. Durch den Ausschluss ist es unwahrscheinlich, dass Inhalte gestrichen wurden, die dennoch von Bedeutung sein könnten. Sollte es doch relevante Inhalte geben, die durch dieses Vorgehen entfernt wurden, kann dies im nächsten Evaluationsschritt bezüglich des inhaltlichen Umfangs und der Vollständigkeit (s. Kapitel 5.3) revidiert und ausgeglichen werden.

Als problematisch könnte sich erweisen, dass die eigentliche Zielgruppe des Tests in den meisten Fällen keine Erfahrungen mit universitären und studiengangsbefugten Strukturen gesammelt hat, die Konstruktion der Items jedoch aus der Studienerfahrung heraus stattfand. Es ist zu erwarten, dass die Antworten der Studienanfänger*innen keine Auskunft über ihr tatsächliches zukünftiges Verhalten, sondern über persönliche Einschätzungen bzw. Einstellungen und Vorstellungen geben.

5.3 Evaluation der Items hinsichtlich des inhaltlichen Umfangs und der Vollständigkeit (Onlinebefragung von Expert*innen)

Im folgenden Evaluationsschritt soll die Interpretierbarkeit der einzelnen Items in Bezug auf ihre mögliche Relevanz für einen Studienerfolg gewährleistet werden. Dabei soll sichergestellt werden, dass die im Fragebogen auftauchenden Items von Expert*innen als erfolgsförderlich oder -hinderlich eingeschätzt werden. Es soll also nur abgefragt werden, was charakteristisch für das Studium und gleichzeitig als relevant für die Erfolgchancen eingestuft wird (Validitätsgefährdung der *construct-irrelevant variance* nach Messick (1995)). Zusätzlich soll dieser Forschungsschritt die Vollständigkeit der erfolgsrelevanten Charakteristika gewährleisten, also absichern, dass keine wichtigen Inhalte ausgelassen wurden (Validitätsgefährdung der *construct underrepresentation* nach Messick (1995)). Dieses Vorgehen bildet einen notwendigen Schritt zur Entwicklung eines Testentwurfs (Bühner 2006).

5.3.1 Methode zur Erfassung des inhaltlichen Umfangs

Die Relevanz der Iteminhalte auf einen möglichen Studienerfolg sollte von Expert*innen eingeschätzt werden.

Als Expert*innen wurden Personen definiert, die mindestens den Bachelor oder einen vergleichbaren Abschluss im Fach oder im Lehramt Physik erreicht haben. Die Stichprobe setzte sich somit aus einer relativ inhomogenen Gruppe zusammen: Masterstudierende, Promovierende, Referendar*innen, Physiklehrer*innen und Professor*innen des Fachs Physik (Fach und Lehramt). Diese Zusammenstellung sollte ermöglichen, dass die studienrelevanten Aspekte aus möglichst vielen Perspektiven betrachtet werden. Unter den Expert*innen sind Masterstudierende, Doktorand*innen, Professor*innen sowie Referendar*innen und Lehrer*innen. Es wird angenommen, dass die Gruppe aus ihrer Perspektive beurteilen kann, welche Aspekte für den Studienerfolg relevant sind. Zusätzlich hätte die Perspektive von Studienabbrecher*innen einen interessanten Beitrag leisten können, allerdings sind Abbrecher*innenbefragungen praktisch kaum umsetzbar. Durch eine Filterfrage im Fragebogen wurde sichergestellt, dass alle Teilnehmer*innen tatsächlich ein Physikstudium durchlaufen haben.

Aus den in Kapitel 5.2 selektierten Items wurde ein Fragebogen zusammengestellt. Dieser beinhaltete die charakteristischen Aussagen über das Physikstudium

und eine siebenstufige Likertskala (Bühner 2006). Die Bewertungsskala war bipolar mit einer neutralen Mittelkategorie, um eine Wertung der Relevanz für den Studienerfolg zuzulassen. Über die siebenstufige Likertskala entstanden folgende Zuordnungen: 1 = *führt im Studium zu Misserfolg*; 4 = *führt im Studium zu keinem Effekt*; 7 = *führt im Studium zu Erfolg* (s. Abbildung 34).

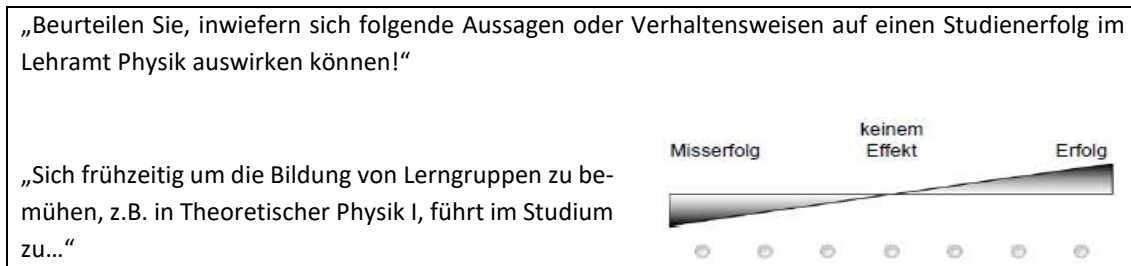


Abbildung 34: Beispielitem Expert*innen-Onlinebefragung

Zusätzlich zu den 52 Einzelitems und den sieben SJTs gab es ein offenes Antwortfeld mit der Aufforderung, weitere erfolgsrelevante Aspekte, die im Fragebogen fehlten, anzugeben.

Durchführung: Um den Rücklauf zu maximieren, wurde ein Online- Fragebogen via *Soci-Survey* (Anhang D) ausgegeben, der per E-Mail an alle erreichbaren Expert*innen im gesamten Bundesgebiet gemäß der obigen Definition versandt wurde. Aufgrund der deutlich besseren Erreichbarkeit an der FU Berlin war hier der Rücklauf besonders hoch (vgl. Kapitel 5.3.2).

Auswertungsmethode: Dem Vorgehen in der Auswertung wurde die Hypothese zugrunde gelegt, dass nur Items für das Studium relevant sind, die einen Mittelwert kleiner als 3 oder größer als 5 haben, da der Wert 4 die neutrale Kategorie mit *keinem Effekt* darstellt. In einem einstichprobigen T-Test wurden die Mittelwerte zwischen 3 und 4 gegen den Wert 3 geprüft und bei den Mittelwerten zwischen 4 und 5 gegen den Wert 5. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um sicherzustellen, dass die Mittelwerte auch noch unter Berücksichtigung ihrer Fehler in dem entsprechenden Intervall liegen. Da es sich hier um eine Kumulation mehrerer Hypothesen handelt, mussten die α -Niveaus nach der Bonferroni-Adjustierung korrigiert werden, indem sie von $\alpha = .05$ durch die Anzahl der durchzuführenden Tests dividiert wurden (in diesem Fall sieben) (Bortz 1999; Eid et al. 2010).

Die Expert*innenantworten in den offenen Antwortfeldern mussten normiert und zählbar gemacht werden. Dies geschah grob angelehnt an die qualitative In-

haltsanalyse nach Mayring (2015). Die Hinweise wurden paraphrasiert, generalisiert und durch induktive Kategorienbildung strukturiert. Als relevant wurden diejenigen Kategorien erachtet, die von mehr als zwei der befragten Personen genannt worden waren.

5.3.2 Ergebnisse der Erfassung des inhaltlichen Umfangs

Stichprobe: Es nahmen $N = 49$ Expert*innen aus dem Bereich Lehramt Physik und $N = 96$ Expert*innen aus dem Bereich Physik teil.

Von den Expert*innen aus dem Bereich Physik kamen die meisten Teilnehmer*innen von der FU Berlin ($N = 87$), einige von der Technischen Universität Berlin ($N = 8$) und eine Person von der Universität Potsdam. Diese Gruppe bestand etwa zur Hälfte aus Studierenden ($N = 45$), die übrigen kamen aus dem wissenschaftlichen Bereich (Professor*innen und Postdocs ($N = 8$), wissenschaftliche Mitarbeiter*innen, Dozierende und Doktorierende ($N = 27$)) und sonstige ($N = 16$).

Bei den Lehramtsexpert*innen war das Bild der Stichprobe etwas heterogener (Tabelle 14):

Tabelle 14: Anzahl der Proband*innen der jeweiligen Hochschulen

Hochschule	Anzahl
FU Berlin	20
HU Berlin	3
Uni Potsdam	3
RWTH Aachen	6
Uni Bremen	3
TU Dresden	5
CAU Kiel	1
Goethe-Uni Frankfurt	1
TU Dortmund	1
Uni Duisburg-Essen	1
Uni Kassel	1
Uni Paderborn	3
Uni Salzburg	1

5.3 Evaluation der Items hinsichtlich des inhaltlichen Umfangs und der Vollständigkeit (Onlinebefragung von Expert*innen)

Auch hier waren etwa die Hälfte der befragten Personen Studierende ($N = 23$). Drei Personen kamen aus dem Schuldienst (Lehrer*innen und Referendar*innen), die übrigen waren Personen aus dem wissenschaftlichen Bereich.

Ergebnisse der Auswertung: Aus dem Gruppenvergleich ergab sich, dass die Bewertungen der beiden Gruppen sich nicht signifikant unterschieden. Daher können sie im Weiteren zusammengeschlossen und gemeinsam ausgewertet werden.

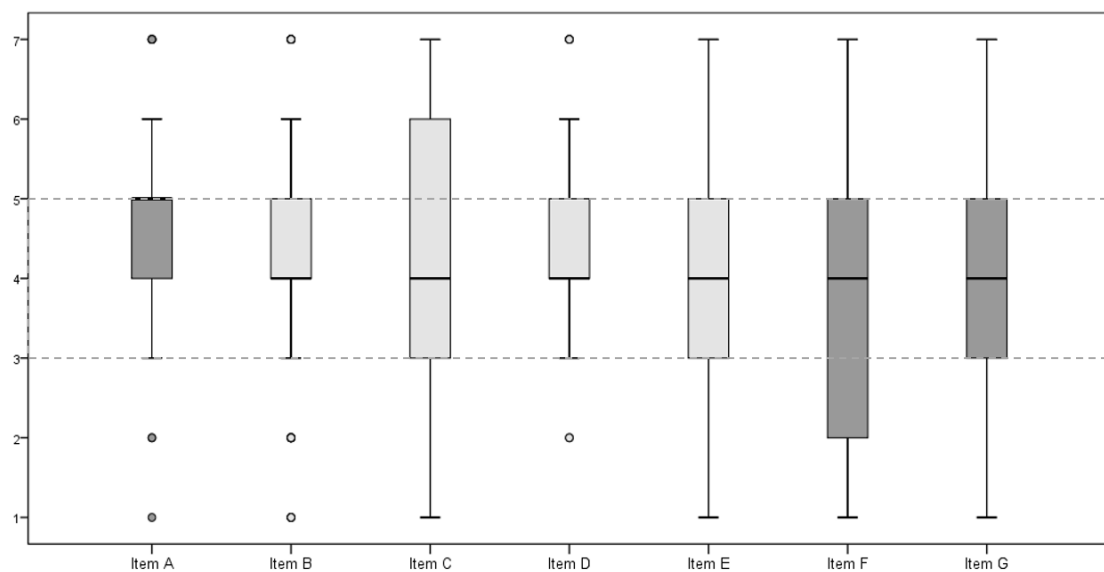


Abbildung 35: Boxplot zu den nach Expert*innenmeinung potenziell irrelevanten Items

Der größte Teil der 52 Einzelitems und 26 SJT-Items wurde von den Expert*innen als relevant eingestuft (Mittelwert größer 5 oder kleiner 3). Außerdem ergab sich, dass nach der Korrektur des Konfidenzintervalls (Bonferroni-Korrektur) sieben Items einen Mittelwert innerhalb des für ‚irrelevant‘ eingestuften Intervalls hatten. Alle Variablen wurden zusätzlich in einem Boxplot nach ihren Verteilungen untersucht. Die potenziell irrelevanten Items sind in der Abbildung 35 in einem Boxplot dargestellt. Die Items mit hellen Boxen wurden aus dem Fragebogen entfernt. Die anderen wurden trotzdem beibehalten, da die Hälfte der Befragten ein Item eher in den relevanten Bereich eingestuft hatte und zwei weitere Teil von SJTs waren und die inhaltliche Antwortauswahl nicht reduziert werden sollte.

Im zweiten Auswertungsschritt wurden die Generalisierungen der offenen Antwortfelder induktiv inhaltlich strukturiert. Insgesamt gab es 69 Kommentare, die ausgewertet werden konnten. Ein Beispiel für einen Antworttext, dessen Generalisierung und die passende Kategorisierung, ist der Tabelle 15 zu entnehmen.

Tabelle 15: Beispiel für die Kategorienbildung von Items

Antworttext	Generalisierung	Kategorien
„Ich habe die Indikatoren von Studien zum Studienerfolg in naturwissenschaftlichen Fächern vermisst, bspw. Vorwissen und mathematische Fähigkeiten.“	Vorwissen, mathematische Fähigkeiten	Vorwissen Kognitive Fähigkeiten

Insgesamt konnten 15 Kategorien identifiziert werden, denen sich mehr als zwei Antworten zuordnen ließen. Verblieben sind 21 Einzel- bzw. Doppelkommentare.

In Tabelle 16 ist hierarchisiert zu entnehmen, wie oft die 15 Hauptkategorien genannt wurden:

Tabelle 16: Anzahl der Ratings innerhalb der Kategorien

Name der Kategorie	Anzahl der Ratings
Durchhaltevermögen	18
Lerngruppen	17
Vorwissen	14
Eigene Lernstrategien entwickeln	13
Frustrationstoleranz	13
Eigenständige Einzelarbeit	7
Betreuung und Unterstützung während des Studiums	6
Intrinsische Motivation	5
Freizeit einräumen	5
Selbstreflektiertheit	4
Kognitive Fähigkeiten	4
Kritische Studienstruktur	4
Verständnislernen	4
Dozierendenkontakt	3
Fachinteresse	3

Die positive Erkenntnis aus der Auswertung des offenen Antwortfelds ist, dass alle als wichtig scheinenden Kategorien bereits implizit im vorliegenden Itempool

enthalten sind. Die beiden dunkel ausgegrauten Kategorien beziehen sich auf die Zeit während des Studiums. Sie kommen im Fragebogen nicht vor, können jedoch aufgrund des Studiendesigns nicht aufgenommen werden, da diese Kategorien von Studienanfänger*innen nicht beurteilt werden können. Die hellgrauen Kategorien Vorwissen und kognitive Fähigkeiten kommen ebenfalls nicht im Fragenpool vor. Hierfür wurde jedoch der fachbezogene Vorwissenstest entwickelt (s. Kapitel 4). Auch unter den Einzelkommentaren befanden sich hauptsächlich Aspekte, die bereits in den bestehenden Fragen enthalten sind. Zusätzlich gab es noch weitere Kommentare, die jedoch für ein solches Testinstrument als unpassend erachtet wurden, z. B.: „Nicht zuletzt sollte man den Gebrauch leistungsfördernder Substanzen in Betracht ziehen (Kaffee, Modafinil, Ritalin). Bei Prüfungsangst helfen Betablocker, sowie in der Nacht vorher Z-Drugs.“

5.3.3 Diskussion zum inhaltlichen Umfang

Die Stichprobe liefert leider ein verzerrtes Bild, da die befragten Teilgruppen unterschiedlich groß waren. Die meisten der Befragten kommen aus dem Berliner Raum. Hier hätte noch eine gezieltere Zielgruppenaquisie für die schwächer vertretenen Gruppen, wie z.B. Lehrer*innen und Referendar*innen durchgeführt werden müssen.

Der größte Teil der Items wurde von den Befragten als relevant eingeschätzt. Durch inhaltliche Überlegungen wurden dennoch nur vier der potenziell als irrelevant bewerteten Items entfernt. Aus der inhaltsanalytischen Auswertung der offenen Antwortfelder konnten keine zusätzlichen Aspekte gewonnen werden.

Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Entwicklung der Items mit der Vorauswahl im kleinen Expert*innenkreis (s. Kapitel 5.2) die Studiensituation inhaltlich bereits gut dargestellt hat.

Im weiteren Verlauf der Testentwicklung wurde davon ausgegangen, dass erfolgs- und misserfolgsrelevante Aspekte des Physikstudiums in hinreichendem Umfang erfasst werden können.


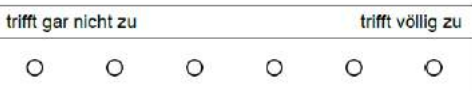
5.4 Sprachliche Eindeutigkeit und Verständlichkeit (kognitive Interviews)

Um sicherzustellen, dass die Items von der Zielgruppe verstanden und beantwortet werden können, müssen sie bezüglich ihrer sprachlichen Verständlichkeit und Eindeutigkeit untersucht werden.

5.4.1 Methode zur Erfassung der sprachlichen Verständlichkeit

Die durch den vorigen Evaluationsschritt (Kapitel 5.3) ermittelten Items wurden zunächst für den Studierendenfragebogen personengerichtet umformuliert (vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17: Änderung der Itemformulierung

	Itemtext	Bewertungsskala
Expert*innenfragebogen	„Sich bei der Studienwahl nach eigenen Interessen zu richten, führt im Studium zu...“	
Studierendenfragebogen	„Mir war es wichtig, mich bei der Studienwahl nach meinen eigenen Interessen zu richten.“	

Die Umformulierungen wurden unter Berücksichtigung der Hinweise von Bühner (2006) und Porst (2000) vorgenommen. Die neu formulierten Items wurden von mehreren Expert*innen der Physikdidaktik hinsichtlich ihrer Übersetzungsgenauigkeit und Formulierungsgüte diskutiert und überarbeitet. Diese Diskussionen sollten den ersten Schritt der Evaluation der sprachlichen Verständlichkeit und Eindeutigkeit darstellen. Im zweiten Schritt wurden die fertig umformulierten Fragebögen in kognitiven Interviews, angelehnt an Prüfer und Rexroth (2005), auf ihre Verständlichkeit aus Studierendensicht untersucht.

Durchführung: Die kognitiven Interviews wurden mit fünf Studierenden aus dem dritten Fachsemester Physik Lehramt (Bachelor) durchgeführt. Es handelte sich um drei männliche und zwei weibliche Studierende. Unter ihnen war eine Person, für die Deutsch eine Fremdsprache ist. Sie lernte zu diesem Zeitpunkt seit etwa

einem Jahr Deutsch. Diese Auswahl sollte sicherstellen, dass für das Verständnis der Testitems keine besonderen Sprachkenntnisse erforderlich sind und die Formulierungen klar und eindeutig sind. Die Stichprobe wurde so ausgewählt, dass die Proband*innen der eigentlichen Zielgruppe, möglichst entsprechen. Für das Durchführen kognitiver Interviews wird eine Mindestanzahl von $N = 5$ empfohlen (Prüfer und Rexroth 2005).

Die Interviews dauerten 30-60 Minuten und wurden audiographiert. Die Teilnahme war freiwillig.

Auswertungsmethode: In den Interviews wurde die Technik des Probing (Prüfer und Rexroth 2005) angewandt. Insgesamt wurde ein General Probing (Prüfer und Rexroth 2005) durchgeführt, also sehr generell nach möglichen Missverständlichkeiten gesucht. Die Proband*innen sollten beim Ausfüllen des Fragebogens die Fragen laut vorlesen. Sobald sie ins Stocken gerieten, wurde über die Frage diskutiert und gemeinsam nach einer alternativen Formulierung gesucht. Bei markanten Begriffen wurde Comprehension Probing (Prüfer und Rexroth 2005) eingesetzt, also nach dem Begriffsverständnis direkt gefragt. Der gesamte Prozess geschah bei den fünf Proband*innen iterativ: Die von der vorigen Person optimierten Formulierungen wurden den nachfolgenden Personen gemeinsam mit der ursprünglichen Formulierung vorgelegt und diskutiert.

5.4.2 Ergebnisse zur Erfassung der sprachlichen Verständlichkeit

Insgesamt wurden nur wenige Items geändert. Eines der diskutierten Items lautete zunächst: „Ich suche selbständig verständliche Literatur und bearbeite diese.“ Hierbei wurde diskutiert, ob mit ‚Literatur‘ nur Bücher oder auch Internetseiten, Mitschriften von Kommiliton*innen usw. gemeint sind. Da die Frage darauf abzielt, ob Studierende dazu bereit sind, selbstständig und unabhängig von den Vorgaben der Dozierenden nach Lösungswegen zu suchen, wurde der Begriff ‚Literatur‘ in ‚Quellen‘ geändert. Damit lautet das Item nun: „Ich suche selbständig verständliche Quellen und bearbeite diese.“ Diese Formulierung fand bei allen Proband*innen Zustimmung.

Ein anderer Itemtext wurde einvernehmlich von: „Ich knüpfe und pflege Kontakte zu Kommilitonen mit vergleichbaren Leistungen und Interessen“ in „Ich knüpfe und pflege Kontakte zu Kommilitonen mit vergleichbaren Leistungen und fachlichen Interessen/Zielen“, geändert. Die Proband*innen empfanden den Begriff ‚Interessen‘ als zu allgemein, da es sich hierbei auch um etwaige Hobbys handeln

könnte, die evtl. nichts mit dem Studieninhalt zu tun haben. Durch den Zusatz ‚fachlich‘ und ‚Ziele‘ konnte die Aussage konkretisiert werden.

Zusätzlich ist im Diskurs mit den Proband*innen ein weiteres Item entstanden und in den Fragebogen aufgenommen worden: „Ich nutze mein Handy privat, auch während universitärer Veranstaltungen.“ In dem Fragenblock, in dem es um die Nutzung sozialer Medien geht, wurde dieser Aspekt von mehreren Proband*innen vermisst. Da die Proband*innen ebenso als Expert*innen des Physikstudiums gewertet werden können, wurde dieses Item als Ergänzung zur Expert*innenbefragung (Kapitel 5.3) mit in den Fragebogen aufgenommen.

Bei wenigen weiteren Items wurden nur marginale Umformulierungen vorgenommen, die übrigen blieben unverändert.

5.4.3 Diskussion zur sprachlichen Verständlichkeit

Mit der Durchführung der kognitiven Interviews konnte sichergestellt werden, dass die Inhalte von der Zielgruppe nach der Umformulierung gut verstanden und beantwortet werden können. Die ausgewählten Proband*innen zeigten sich sehr kritisch und diskussionsbereit im Sinne der Zielstellung der kognitiven Interviews. Dies hat sich als sehr hilfreich und konstruktiv erwiesen. Die Items wurden eingehend besprochen und die meisten als verständlich erachtet. Hätten die Proband*innen sich weniger konstruktiv gezeigt, hätte eine deutlich schlechtere Bewertung der Items stattgefunden. Insbesondere die Teilnahme der Person mit Deutsch als Fremdsprache erwies sich als besonders hilfreich in Bezug auf die Klarheit der Sprache und der Formulierungen im Fragebogen.

Etwas kritischer ist die Hinzunahme eines weiteren Items in den Kanon zu betrachten, insbesondere nachdem die inhaltliche Vollständigkeit durch das Vorgehen in Kapitel 5.2 bereits angenommen worden war. Es muss davon ausgegangen werden, dass die inhaltliche Vollständigkeit nicht absolut zu gewährleisten ist. Da noch weitere Evaluationsschritte folgen, soll dieses Item dennoch beibehalten werden.

Die Ergebnisse der kognitiven Interviews ermöglichen, dass nach der Prüfung der Items die Evaluation des Fragebogens auf strukturelle Eigenschaften durchlaufen werden darf.

5.5 Strukturelle Testeigenschaften: Modellbildung (EFA)

In den folgenden zwei Kapiteln werden die inhaltlich evaluierten Items auf ihre strukturellen Eigenschaften untersucht. Da die Items nicht aus einem bestehenden, theoretischen Modell heraus entwickelt, sondern in ihrer Zusammenstellung durch die Relevanz für das Studium begründet wurden, ist zunächst ein exploratives Vorgehen zur Modellfindung vonnöten (Brown 2006). So kann analysiert werden, ob es sich um vereinzelte Items oder zu übergeordneten Konstrukten gehörige Indikatoren handelt. Ein solches Modell muss dann auf inhaltliche Plausibilität untersucht und anschließend durch die Anwendung auf eine neue Stichprobe empirisch bestätigt werden (Brown 2006). Um die Item-Konstrukt-Struktur für eine Interpretation der Testergebnisse zu evaluieren, schlagen die American Educational Research Association (AERA et al. (2014)) sowie Urban und Mayerl (2014) eine Faktorenanalyse vor. Die strukturelle Analyse der Fragebogenitems wurde im ersten Schritt explorativ, im zweiten konfirmatorisch durchgeführt.

Aus den einzeln entwickelten Items sollte im ersten Schritt der strukturellen Evaluation eine Faktorstruktur ermittelt werden. Wegen ihres Entwicklungsprozesses liegt den Items kein konkretes theoretisches, aus Konstrukten bestehendes Modell zugrunde. Der Itemkanon begründet sich zwar teilweise auf im Jahr 2009 entwickelte Skalen (Schmidt und Nordmeier 2009) (vgl. Kapitel 5.1), die jedoch durch die oben beschriebenen Evaluationsschritte stark verändert wurden. Der iterativ entstandene Itemkanon muss deshalb zunächst explorativ modelliert werden, indem nach dahinterliegenden Konstrukten gesucht wird (Brown 2006). Dies geschieht in Form einer explorativen Faktorenanalyse (EFA). Selbst wenn den Skalen ein theoretisches Modell zugrunde läge und sie sich jedoch geringfügig geändert hätten, sollte einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA) eine EFA vorgehen (ebd.).

Das Vorgehen soll dazu dienen, voneinander trennbar interpretierbare Konstrukte zu identifizieren.

Damit die Konstrukte – im Rahmen statistischer Verfahren auch *Faktoren* – empirisch voneinander trennbar sind, sollte jedes Item genau einem Faktor zuordenbar sein. Sollten Items mehreren Faktoren gleichzeitig zuzuordnen sein, können diese nicht mehr getrennt voneinander interpretiert werden.

Gleichzeitig sollen die Items dem Faktor mit einem hohen ‚Gewicht‘ zugeordnet werden können. Den Wert, der bestimmt, wie hoch das Gewicht ist, mit dem das

Item dem Faktor zugeordnet wird, nennt man Faktorladung. Die Faktorladung kann anzeigen, wie viel das Item zur Konstruktmessung beiträgt. Geringe Faktorladungen bedeuten nur einen geringen Beitrag zur Konstruktmessung und können unter bestimmten Bedingungen entfernt werden. Dies führt zu einer besseren Interpretierbarkeit der Faktoren und zu einer Reduktion der Items, was zur Durchführungsökonomie des resultierenden Fragebogens beiträgt (Moosbrugger 2012). Diese Eigenschaften werden zusammengenommen als *Einfachstruktur* bezeichnet und bilden die Zielstellung der EFA (Moosbrugger 2012).

Ein weiteres Kriterium für eine hinreichende Interpretierbarkeit der Faktorstruktur ist die Anzahl der Items pro Faktor. Je mehr Items einen Faktor bilden, desto besser lässt sich dieser messen. Zur Vermeidung von Redundanzen und im Bestreben nach einem möglichst ökonomischen Instrument ist es ratsam die Itemanzahlen pro Faktor gering zu halten. Es sollten jedoch nicht weniger als drei Items pro Faktor vorhanden sein, da sonst keine Reliabilitäten (Messgenauigkeit) geschätzt werden können (Bühner 2006).

5.5.1 Methode zur Modellbildung

Um die Stichprobengröße für eine EFA zu bewerten, gibt es kein pauschales Maß. Allgemein hängt sie von verschiedenen Kriterien ab (z.B. Anzahl der Faktoren, Anzahl der Items je Faktor, Gesamtzahl der Items). Ein $N \approx 300$ kann als grobe Leitlinie für eine hinreichende Stichprobe angenommen werden (Bortz 1999; Hair et al. 2014; Rouquette und Falissard 2011; Henson und Roberts 2006). Eine Stichprobe von $N < 150$ gilt als akzeptabel bei hohen Itemzahlen je Faktor (Bortz 1999). Eine weitere übliche Methode ist die Durchführung des *Kaiser-Meyer-Olkin-Tests (KMO)* durch die Bestimmung des Partialkorrelationskoeffizienten und die anschließende Prüfung seiner Signifikanz durch den *Bartlett-Test* (Kaiser und Rice 1974). Die Stichprobengröße kann ebenso anhand der Güte mehrerer üblicher Modellfitindizes (*Tucker-Lewis-Index (TLI)*, *Comparative Fit Index (CFI)*, *Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)* und *Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)*) bewertet werden (Brown 2006; Byrne 2001). Dabei gelten die Fitwerte als akzeptabel, wenn $CFI > .90$ (Kline 2011), $TLI > .90$ (Brown 2006), $RMSEA < .10$ (Brown 2006) und der $SRMR < .10$ (Byrne 2001) sind. Als gut gelten sie, wenn der $CFI > .95$, $TLI > .95$, $RMSEA < .06$ und der $SRMR < .08$ ist (Brown 2006).

Der Testteil zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen wurde in eine Papierversion überführt. Der Fragebogen beinhaltete 55

Einzelitems und sieben SJTs (insgesamt 82 Items), sowie einige personenbezogene Angaben. Er wurde an 15 Standorten in Deutschland eingesetzt: Berlin (FU und HU), Bremen, Mainz, Dresden, München, Frankfurt, Kassel, Köln, Osnabrück, Rostock, Marburg, Göttingen, Münster und Karlsruhe. Die Verteilung der Proband*innen auf die verschiedenen Hochschulen ist Tabelle 18 zu entnehmen. Die Teilnahme war freiwillig, weshalb eine positive Stichprobenverzerrung nicht auszuschließen ist. Auf die Rücklaufquote kann nicht geschlossen werden, da nicht nachvollzogen werden konnte, wie viele Personen in den entsprechenden Veranstaltungen eingeschrieben waren, teilgenommen haben oder zum Schwund gehörten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sie nicht sehr hoch ist, da die Befragung gegen Ende des Sommersemesters 2015 stattfand und somit bei einigen Hochschulen in die Klausurenzeit fiel. Insgesamt wurden 532 Fragebögen bearbeitet. Für die Auswertung zur explorativen Suche nach einer Faktorstruktur wurde nur die Hälfte des dadurch entstandenen Datensatzes benutzt. Die zweite Hälfte dient im anschließenden Schritt zur Bestätigung der Faktorstruktur in einer CFA. Um Verzerrungen zu verhindern, wurde der Datensatz für beide Teilstudien randomisiert zweigeteilt.

Tabelle 18: Verteilung der Stichprobe auf die Hochschulen

Hochschule	Anzahl Proband*innen
JGU Mainz	88
TU Dresden	58
FU Berlin	57
GAU Göttingen	51
LMU München	49
Uni Bremen	42
Uni Köln	34
Uni Rostock	30
HU Berlin	26
Uni Kassel	26
Uni Osnabrück	18
Uni Frankfurt	17
KIT Karlsruhe	14
WWU Münster	8
Uni Marburg	7
CAU Kiel	1
RUB Bochum	1
TU Berlin	1
k. A.	4
Gesamt	532

Um eine möglichst große Stichprobe zu erzielen, wurden Studierende aus Anfangsveranstaltungen des Physik Fach- oder Lehramtsstudiums befragt. Allerdings handelte es sich um Studierende am Ende des zweiten Studienseesters, nicht, wie der eigentlichen Zielgruppe entsprechend, um Studierende zu Beginn des ersten Semesters. Wäre mit der Befragung bis zum Beginn des Wintersemesters gewartet worden, um die Einsteiger*innen des neuen Semesters zu befragen, hätte die Hauptstudie um ein Jahr verschoben werden müssen, womit ein Einsatz des fertigen Instruments innerhalb der angesetzten Projektlaufzeit nicht mehr möglich gewesen wäre.

Durchführung: Für die Umsetzung der Befragungen wurden die Fragebögen, zusammen mit einem kurzen Durchführungsmanual für die Koordination und Ankündigung (sowie Süßigkeiten als Belohnung) für die Proband*innen, postalisch an die entsprechenden Standorte geschickt. Dort wurden sie unter Absprache mit

den Veranstaltungsleitenden innerhalb einer Lehrveranstaltung ausgegeben und die ausgefüllten Exemplare zurückgeschickt.

Die ausgefüllten Fragebögen wurden eingescannt und mit der Software *Unizensus* eingelesen. Alle Seiten wurden einzeln nach möglichen softwarebedingten Einlesefehlern gesichtet und wenn nötig, manuell verbessert, sodass von einem vollständig korrekt eingelesenen Datensatz auszugehen ist.

Umgang mit missing Values: 82 Items, einschließlich der SJT-Items bildeten die Grundlage für die Analyse. Da beide Itemtypen (die klassischen und die SJT-Items) innerhalb der Analyse, wie in Kapitel 2.3.3 begründet, als äquivalent betrachtet werden können, werden sie fortan nicht mehr begrifflich voneinander getrennt. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass fünf der Items die *Studienzufriedenheit* messen. Diese können selbstverständlich bei einer Studienanfänger*innenbefragung nicht erfasst werden, wurden aber in dieser Studie als Begleitvariablen miterhoben. Für die Datenaufbereitung wurde der gesamte Datensatz von 533 bearbeiteten Fragebögen bearbeitet. Fragebögen, bei denen weniger als 70% der 82 Items bearbeitet waren, wurden als nicht ernsthaft beantwortet gewertet und aus der Analyse entfernt. Dies traf auf 3,4% der eingelesenen Fragebögen zu. Der ausgewertete Datensatz beträgt somit $N = 515$. Anschließend wurden die verbliebenen Daten auf fehlende Werte überprüft. Dabei wurden 1,3% augenscheinlich zufällig verteilte Missings (*Missing at Random*) identifiziert. In diesem Fall darf eine Datenimputation vorgenommen werden. Nach Lüdtke et al. (2007) gilt dieses Vorgehen bei bis zu 5% fehlender Werte als akzeptabel. Die fehlenden Werte wurden deshalb multipel imputiert (Programm: R 3.2.5, Package: *MICE*) und damit schließlich fünf plausible Datensätze generiert. Dies bedeutet, dass alle Analyseschritte parallel mit fünf imputierten Datensätzen durchgeführt wurden und Ergebnisse nur dann interpretiert werden, wenn sie für alle Datensätze gleichermaßen zutreffen.

EFA als Auswertungsmethode: Um aus den vorliegenden Variablen eine Faktorstruktur zu modellieren, da ihnen kein vollständiges theoretisches Modell zugrunde liegt, wird eine EFA durchgeführt. Es gibt verschiedene Kriterien, die erfüllt sein müssen, damit eine Variable in eine Faktorstruktur einfließen darf. Konkret wird hier eine *Maximum-Likelihood (ML)* Faktorenanalyse durchgeführt, die in der Psychologie als bewährtes Mittel zur Extraktion von Faktoren aus psychologischen Daten gilt (Norris und Lecavalier 2010). Da diese Methode von einer multivariaten Normalverteilung der Daten ausgeht, ist der Datensatz im Vorfeld

auf dieses Kriterium zu prüfen (Norris und Lecavalier 2010). Die Hypothese der Normalverteilung wird in diesem Fall abgelehnt, wenn der Betrag der Schiefe und der Kurtosis > 2 sind (Bentler 2006).

Die Faktorladungen gelten als das zu interpretierende Gewicht, um ein Item einem Faktor zuzuordnen. Je höher die Faktorladung ist, desto besser lässt sich der Faktor über dieses Item abbilden. Gemäß Hair et al. (2014) gelten Ladungen zwischen .30 und .40 als minimal, ab .40 als interpretierbar und ab .50 als praktisch relevant.

Da für die Konstrukte kausale Zusammenhänge angenommen werden, wird eine Korrelation der Faktoren innerhalb der Analyse zugelassen (*oblimin-Rotation*). Allerdings führen hohe Korrelationen zwischen den Faktoren (von $> .8$) zu verzerrten Schätzwerten und extrem hohen Standardfehlern (Urban und Mayerl 2014). In solchen Fällen könnten die stark korrelierenden Faktoren zusammengefügt werden (Urban und Mayerl 2014).

Über die Betrachtung der Anordnung der Eigenwerte (*Scree Plot*) und die Parallelanalyse (Norris und Lecavalier 2010) wurde die Faktorenextraktion durchgeführt. Bei Abweichungen wurde das Ergebnis der Parallelanalyse vorgezogen (Norris und Lecavalier 2010).

Items, die innerhalb der Faktoranalyse keinen Faktor bilden, können jedoch in späteren Vorhersagemodellen als Einzelindikatoren berücksichtigt werden. Dieses Vorgehen soll dazu dienen, dass das inhaltliche Spektrum der Items erhalten bleibt. Allerdings sind bei Einzelitems keine Reliabilitätsmaße und Messfehler ermittelbar, wodurch Messfehlerverzerrungen entstehen können. Andererseits ist kein messgenaues Modell ermittelbar, sofern alle Items beibehalten werden, was dieses Vorgehen erforderlich macht.

Die Datenauswertung wurde im Programm R, Version 3.3.1 mit den Packages *lavaan* und *psych* ausgeführt.

5.5.2 Ergebnisse der Modellbildung

Stichprobe: Für die Auswertung der EFA wurde, wie oben berichtet, eine zufällig gewählte Hälfte des Datensatzes benutzt. Bei der ausgewerteten Stichprobe von $N = 251$ Personen gaben 66,5% an, männlich zu sein und 29,5% weiblich. Die Stichprobe setzte sich aus Studierenden des Fachs (ca. 50%) Lehramts (ca. 40%) sowie

physikaffinen Studiengängen (ca. 10%) von 14 Hochschulen in Deutschland zusammen. Der Hauptanteil der Befragten ($N = 120$) befand sich im 2. Fachsemester, im Durchschnitt studierte die Kohorte 2,8 ($SD 1,6$) Semester. Offensichtlich waren nicht alle Proband*innen Studierende in der Studieneingangsphase, der Hauptanteil allerdings schon. Aufgrund der für die Analysen notwendigen Stichprobengröße wurden die Studierenden im dritten Semester oder höher trotzdem für die Analyse beibehalten.

Ergebnisse der EFA: Sechs Items wiesen deutliche Boden- oder Deckeneffekte auf und die Antwortmuster waren nicht normalverteilt. Daher erfüllten diese sechs Items nicht die Voraussetzungen für eine Faktorenanalyse. Sie wurden nicht in die EFA übernommen, sondern können ggf. als Einzelindikatoren für die Vorhersage zum Studienerfolg eingesetzt werden.

Beim iterativen Vorgehen der EFA wurden weitere Items entfernt, bis eine Einfachstruktur erreicht wurde. Aufgrund der Ergebnisse der Parallelanalyse beinhaltete die Analyse zunächst elf, dann zehn und schließlich neun Faktoren. Innerhalb dieses Prozesses wurden Items, die auf keinen oder mehr als einen Faktor im interpretierbaren Bereich luden, entfernt. Auf diese Weise konnten neun mögliche Faktoren identifiziert werden, die sich aus 39 verbliebenen Items zusammensetzten. Wenige Items wurden trotz schlechter Faktorladungen beibehalten. Dies fand aufgrund inhaltlicher Überlegungen statt. Die meisten Ladungen befanden sich im gut interpretierbaren Bereich ($> .50$) (Hair et al. 2014). Auf inhaltlichen Überlegungen aufbauend wurden die einzelnen *Faktornamen* innerhalb einer informellen Expert*innenrunde diskutiert und ausgewählt. Auch die Items zur Studienzufriedenheit lassen sich in diesem Modell in einer Skala wiederfinden; sie wurden allerdings von fünf auf drei Indikatoren reduziert.

Die Faktorladungen und Faktornamen sind Tabelle 19 zu entnehmen, wobei schlecht interpretierbare Ladungswerte zwischen $.30$ und $.50$ (Hair et al. 2014) grau und minimale Ladungen von $< .30$ für die bessere Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.

Tabelle 19: Mustermatrix der EFA (exemplarisch von einem der 5 Datensätze der MI)

	ML8	ML1	ML9	ML3	ML5	ML2	ML7	ML6	ML4	Faktorname
Item 1	0.52									
Item 2	0.54									
Item 3	0.51									Studieninformativ- heit
Item 4	0.56									
Item 5	0.41									
Item 6	0.66									
Item 7		0.54								
Item 8		0.63								kontinuierliche Lernplanung
Item 9		0.89								
Item 10		0.64								
Item 11			0.65							
Item 12			0.61							
Item 13			0.43							
Item 14				0.76						
Item 15				0.65						
Item 16				0.83						Lerngruppenaffini- tät und Studieren- denkontakt
Item 17				0.77						
Item 18				-0.49						
Item 19				0.72						
Item 20				0.40						
Item 21				0.50						
Item 22					0.5					
Item 23					0.37					Dozierendenkon- takt
Item 24					0.88					
Item 25					0.69					
Item 26					0.41					
Item 27						0.57				
Item 28						0.61				Affinität für soziale Netzwerke
Item 29						0.90				
Item 30						0.63				
Item 31							-0.67			Studienzufrieden- heit
Item 32							0.68			
Item 33							0.75			
Item 34								0.86		Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit
Item 35								-0.75		
Item 36								0.34		
Item 37									0.57	unbekümmerte Passivität
Item 38									0.82	
Item 39									0.76	

Ladungen vom Betrag < .30 wurden aus Lesbarkeitsgründen entfernt. Interpretation der Ladungsgrößen:

unwichtig < .30 | minimal: [.30, .40] | OK: [.40, .50] | praktisch bedeutsam: > .50 (Hair et al., 1998, S. 111)

Kurzbeschreibung der Faktoren: Der Faktor *Studieninformiertheit*⁶ beinhaltet, inwieweit sich die Studierenden durch die Wahl passender Informationsquellen mit ihrer Studienwahl auseinandergesetzt haben.

Beispielitem: „Ich habe mich im Vorfeld über die Anforderungen im Studium informiert (bspw. durch Lesen der Studienordnung).“

Im Faktor *kontinuierliche Lernplanung* werden Lernplanungsstrategien zusammengefasst, die das kontinuierliche, semesterbegleitende sowie das zeitnahe Lernen zur Veranstaltung beschreiben.

Beispielitem: „Ich lerne kontinuierlich semesterbegleitend.“

Eigenständige Lernplanung fasst Lernplanungsstrategien zusammen, die auf selbstständiger Strukturierung des Lernstoffs und der Quellensuche basieren.

Beispielitem: „Ich suche selbständig verständliche Quellen und bearbeite diese.“

Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt beinhaltet Verhaltensweisen und Einstellungen, die sich auf die Strategien zur Lerngruppenwahl sowie auf den Umgang und den Kontakt mit Kommiliton*innen beziehen.

Beispielitem: „Ich bilde Lerngruppen mit TeilnehmerInnen, von denen ich noch etwas lernen kann.“

Der Faktor *Dozierendenkontakt* setzt sich mit der Bereitschaft zu Dozierenden Kontakt aufzunehmen, auseinander.

Beispielitem: „Mir ist es wichtig, dem/der Dozierenden in der Vorlesung Fragen zu stellen.“

Im Faktor *Affinität für soziale Netzwerke* geht es um die Intensität der Nutzung sozialer Medien, insbesondere in Lernsituationen.

Beispielitem: „Die Pausen zwischen den Veranstaltungen nutze ich mit dem Gebrauch sozialer Netzwerke aus.“

⁶ Alle Items werden entsprechend ihrer Faktorzugehörigkeit und Faktorladungen im Anhang B ausführlich aufgegliedert.

Studienzufriedenheit umfasst Items, die die allgemeine Zufriedenheit im Studium sowie Abbruchneigungen und die Interessensentwicklung für das Studienfach erfragen.

Beispielitem: „Wenn ich eine gute Alternative hätte, würde ich das Studium abbrechen.“

Der Faktor *Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit* beinhaltet Items, die verschiedene Strategien im Umgang mit eingehenden Nachrichten auf dem Handy während einer Lernsituation beschreiben.

Beispielitem: „Das kann mir nicht passieren, da ich beim Lernen mein Handy immer lautlos stelle.“

Der letzte Faktor *unbekümmerte Passivität* fasst Verhaltensweisen und Einstellungen zu herausfordernden Studiensituationen zusammen, die auf wenig Anstrengungsbereitschaft und einen unbesorgten Umgang mit Schwierigkeiten schließen lassen.

Beispielitem: „Ich würde gar nichts tun, da es normal ist, sich im ersten Semester überfordert zu fühlen.“

Aufgrund inhaltlicher Überlegungen wurden Items mit Faktorladungen $>.30$ teilweise beibehalten. Der Faktor *Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit* hätte ansonsten aus weniger als drei Items bestanden und wäre somit nicht sinnvoll interpretierbar gewesen. Vorgreifend kann gesagt werden, dass die Items mit geringer Faktorladung der anschließenden CFA nicht standhielten und deshalb im kommenden Evaluationsschritt (Kapitel 5.6) entfielen.

Aus der Korrelationsmatrix (Tabelle 20) ist ersichtlich, dass die Annahme von korrelierten Faktoren durch die *oblique Rotation* sinnvoll war. Marginale Korrelationen ($>.20$ und $<.30$) sind zwischen den Faktoren ML1 und ML3 (*kontinuierliche Lernplanung* und *Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt*), ML5 und ML1 (*Dozierendenkontakt* und *kontinuierliche Lernplanung*), ML8 und ML1 (*Studieninformiertheit* und *kontinuierliche Lernplanung*) und ML5 und ML9 (*Dozierendenkontakt* und *eigenständige Lernplanung*) zu erkennen. Mit dem Faktor ML9 (*eigenständige Lernplanung*) korreliert ML1 (*kontinuierliche Lernplanung*) sogar im mittleren Bereich ($.41$). Da beide Faktoren inhaltlich verwandt sind, ist diese Korrelation plausibel. Die vorliegenden, insgesamt kleinen, Korrelationen sprechen für eine statistische Trennbarkeit der Skalen. Da die Korrelationen zwischen den

Faktoren deutlich kleiner als .80 sind, kann davon ausgegangen werden, dass keine Kollinearitäten vorliegen, was zu stabilen Messwerten führt (Urban und Mayerl 2014).

Tabelle 20: Korrelationsmatrix der Faktoren (exemplarisch für einen der MI Datensätze⁷)

	ML3	ML1	ML5	ML2	ML8	ML4	ML7	ML6	ML9
ML3	1	0.26	0.12		0.21		-0.13		
ML1	0.26	1	0.21	-0.11	0.24			0.13	0.41
ML5	0.12	0.21	1					0.12	0.28
ML2		-0.11		1			0.16	-0.18	
ML8	0.21	0.24	0.1		1	-0.17	-0.13	0.15	0.14
ML4					-0.17	1	0.19		
ML7	-0.13			0.16	-0.13	0.19	1		
ML6		0.13	0.12	-0.18	0.15			1	0.16
ML9		0.41	0.28		0.14			0.16	1

Erwähnenswerte Korrelationen (Betrag >.20) sind fett, sehr kleine Korrelationen (Betrag ≤.10) werden nicht dargestellt.

Die Stichprobe scheint für die vorliegende EFA ausreichend zu sein $N = 251$. Das KMO-Kriterium lag bei der finalen Analyse bei .79 und liegt damit im mittleren Bereich (Kaiser und Rice 1974), wobei der Bartlett-Test signifikant wurde (Field 2013). Ebenso liegen auch die gängigen Modellfitwerte mindestens im akzeptablen, meistens im guten Bereich ($RMSEA = 0.044$; $TLI = 0.90$; $CFI = 0.94$; $SRMR = 0.03$) (Brown 2006; Eid et al. 2010). Die Varianzaufklärung dieses Modells liegt bei 51%. Auch die Reliabilitäten liegen im akzeptablen bis guten Bereich mit $\alpha_s > .70$, was für das vorliegende Modell spricht (Tavakol und Dennick 2011).

5.5.3 Diskussion zur Modellbildung

Der erste Schritt zur Evaluation der Struktur des Fragebogens ist durch die EFA abgeschlossen und gibt mit den neun explorativ gefundenen Faktoren ein zu konsolidierendes Modell vor.

⁷ Die Werte der anderen Imputationsdatensätze unterschieden sich nur an wenigen Stellen in der zweiten Nachkommastelle.

Da durch die Itementwicklung ein rein exploratives Vorgehen notwendig war, um etwaige dahinterliegende Konstrukte zu identifizieren, mussten im Zuge der Analyse viele Items aufgrund ihrer Kennwerte ausgeschlossen werden. Von anfänglichen 82 Items verblieben nur 39 im finalen Faktormodell. Vorgehend kann gesagt werden, dass das Modell in der anschließenden CFA um weitere Items reduziert wird. Dies entspricht einer Itemreduktion von mehr als 50% und führt dazu, dass das Modell für sich, ohne Berücksichtigung der entfallenen Items, dem Anspruch an eine inhaltliche Vollständigkeit, die durch den Evaluationsschritt zur inhaltlichen Vollständigkeit (Kapitel 5.3) gewährleistet werden sollte, nicht genügt.

Die Ergebnisstruktur der EFA bildet ein sinnvoll interpretierbares Modell mit guten Itemkennwerten und hohen Reliabilitäten, was für eine gute Messgenauigkeit der Skalen spricht. Dieses Modell soll in der folgenden CFA auf seine Übertragbarkeit auf andere, vergleichbare Stichproben geprüft werden. Im Weiteren werden die nicht im Modell befindlichen Items als Einzelindikatoren betrachtet, was jedoch keine Fehler- und Reliabilitätsschätzung zulässt, denn dies würde zu Messfehlerverzerrungen führen (Eid et al. 2010). Zusätzlich birgt das Vorgehen das Problem, dass viele Faktoren innerhalb eines regressiven Modells zu einer Verminderung der aufklärbaren Varianzen führen, weshalb inhaltlich wichtige Variablen unter Umständen nicht signifikant zur Varianzaufklärung beitragen. Sollten Anzeichen auf eine hohe inhaltliche Relevanz der Einzelindikatoren für die Schätzung von Studienerfolg ersichtlich werden, müssten im Nachgang Skalen dazu entwickelt werden. Die Entwicklung von Skalen zu den verbliebenen Items hätte bestenfalls bereits zu diesem Zeitpunkt stattfinden müssen, war jedoch durch die begrenzte Projektlaufzeit nicht möglich.

Durch die explorativ ermittelten Skalen konnten nur 51% der Gesamtvarianz aufgeklärt werden. Diesem Umstand muss in der weiteren CFA nachgegangen werden. Dies kann dazu führen, dass die Ergebnisse bezüglich des Zusammenhangs zwischen den Skalen zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen und dem Studienerfolg (Kapitel 6.2) nur schwache Aussagen ermöglichen.

Es hat sich bestätigt, dass sich die Items der SJTs in die Faktorstruktur eingliedern. Dies stützt die Argumentation, dass SJTs jeweils nicht nur ein Konstrukt abfragen, sondern als unabhängige Items betrachtet werden können. Die gefundene Struktur legt durch ihre inhaltliche Konsistenz nahe, dass die Berücksichtigung der SJT-Items sinnvoll war.

Die hypothetisch formulierte Faktorstruktur lässt sich inhaltlich in übergeordnete Themenbereiche (angelehnt an Thiel et al. (2008)) einordnen (Tabelle 21). Im Studienerfolgsmodell nach Albrecht (2011) bilden die Themenbereiche *Informiertheit*, *Erwerbstätigkeit* und *Studier- und Lernverhalten* wichtige Aspekte. Diese drei Bereiche konnten in sehr ähnlicher Weise in den hypothetischen Faktoren *Erwerbstätigkeit*, *Studieninformiertheit* und *Lernverhalten* wiedergefunden werden. Zwei weitere Themenbereiche, nämlich *Sozialverhalten* und *Umgang mit Kommunikationsmedien*, konnten im Rahmen dieser Untersuchung identifiziert werden und könnten sich als zusätzliche Prädiktoren zum Studienerfolg eignen.

Tabelle 21: Strukturierung der Faktoren in Themenbereiche

Faktorname	Themenbereich
<i>Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt</i>	Sozialverhalten
<i>Dozierendenkontakt</i>	
<i>Pragmatische Lernstrategien</i>	
<i>Kontinuierliche und selbstständige Lernplanung</i>	Lernverhalten
<i>Unbekümmerte Passivität</i>	
<i>Lösungsorientierte Lernstrategien</i>	
<i>Handynutzung in Lernzeit</i>	Umgang mit Kommunikationsmedien
<i>Affinität für soziale Netzwerke</i>	
<i>Erwerbstätigkeit</i>	
<i>Studieninformiertheit</i>	

5.6 Strukturelle Testeigenschaften: Modellkonsolidierung (CFA)

Im vorangegangenen Schritt (Kapitel 5.5) wurden die Strukturen der Fragebogennitems explorativ untersucht. Daraus ergab sich unter einer starken Reduktion der Items ein hypothetisches Faktormodell. Dieses Faktormodell gilt es nun zu konsolidieren. Hierzu wird eine Konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA) durchgeführt, die anhand einer anderen Stichprobe die à priori vorgegebene Modellstruktur überprüft (Urban und Mayerl 2014). Dabei gibt die CFA Aufschluss über die Messmodellgüte der einzelnen Konstrukte, die Passung zwischen den empirischen Daten und dem vorgegebenen Modell sowie die empirische, messfehlerbereinigte Trennbarkeit der Faktoren.

5.6.1 Methode zur Modellkonsolidierung

Es wurden $N = 532$ Studierende des Fachs Physik, des Lehramts Physik oder physikaffinen Fächern an 15 Standorten der Bundesrepublik mit dem Fragebogen befragt (vgl. Tabelle 18, genaueres zur Umsetzung und Teilnahme ist dem Kapitel 5.5 zu entnehmen).

Die missing Values wurden multipel imputiert (vgl. Kapitel 5.5.1) (Lüdtke et al. 2007). Daraus resultierten fünf vollständige Datensätze⁸ der randomisiert in zwei Hälften geteilten Daten. Der erste Teil bildete die Grundlage für die EFA. Der zweite Teil mit $N = 247$ ausgefüllten Fragebögen soll für die CFA herangezogen werden. Die technische Umsetzung erfolgte mit dem Package *lavaan* in R, Version 3.3.1.

CFA als Auswertungsmethode: In der CFA wird die Zuordnung der Items zu ihren Faktoren gemäß dem Modell der EFA vorgegeben. Das Modell setzt sich aus neun Faktoren, bestehend aus 39 Items, zusammen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nur 36 dieser Items und acht Faktoren inhaltlich für die Studienerfolgsprognose

⁸ Im Rahmen der multiplen Imputation wurden fünf Datensätze generiert. Diese wurden parallel ausgewertet, um Abweichungen aufgrund der Imputationen zu beobachten. Zur besseren Lesbarkeit wird im Folgenden nur von einem Datensatz in der Auswertung gesprochen. Die Ergebnisse der anderen Datensätze waren nahezu identisch und hätten an keiner Stelle zu einem anderen Resultat geführt.

relevant sind, die übrigen drei Items, die die Skala *Studienzufriedenheit* bilden, wurden bei dieser Befragung miterhoben.

Bei einer CFA geht es im Wesentlichen darum, die Kovarianzmatrizen der empirischen Daten und der theoretischen des EFA-Modells miteinander zu vergleichen. Je höher die Übereinstimmung beider ist, desto stärker lässt sich von einer Eignung des Modells ausgehen. Dabei gelten, ebenso wie bei der EFA, die Fitwerte als akzeptabel, wenn $CFI > .90$ (Kline 2011), $TLI > .90$ (Brown 2006), $RMSEA < .10$ (Brown 2006) und der $SRMR < .10$ (Byrne 2001) sind. Als gut gelten sie, wenn der $CFI > .95$, $TLI > .95$, $RMSEA < .06$ und der $SRMR < .08$ ist (Brown 2006).

Die einzelnen Konstrukte gelten als voneinander trennbar, wenn die Faktorkorrelationen der einzelnen Faktoren jeweils unter $.80$ liegen (Brown 2006; Urban und Mayerl 2014).

Als Reliabilitätsmaß der Skalen wird Raykovs ρ berechnet. Gemäß Hair et al. (2014) gilt ein Wert $\rho > .70$ als akzeptabel und gemäß Chang et al. (2011) als annehmbar bei Werten $\rho > .60$.

Auch die CFA geht von einer multivariaten Normalverteilung der Daten aus. Diese ist anhand des Datensatzes geprüft worden. Die Hypothese der Normalverteilung wird ebenso wie bei der EFA abgelehnt, wenn der Betrag der Schiefe und der Kurtosis > 2 sind (Bentler 2006).

5.6.2 Ergebnisse der Modellkonsolidierung

Stichprobe: Von den $N = 247$ Befragten gaben 65,9% an männlich zu sein und 30,7% weiblich. Die Stichprobe setzte sich aus Studierenden des Fachs (ca. 50%), des Lehramts (ca. 38 %) und physikaffiner Studiengänge (ca. 12%) zusammen. Der Hauptanteil der Befragten ($N = 130$) befand sich im zweiten Fachsemester. Durchschnittlich befanden sich die Befragten im 2.6. ($SD 1.4$) Fachsemester. Auch in dieser Stichprobe wurde darauf verzichtet, die Studierenden höherer Semester auszuschließen, da die Stichprobengröße generell schon im unteren Bereich liegt (Bortz 1999; Hair et al. 2014; Rouquette und Falissard 2011; Henson und Roberts 2006).

Ergebnisse der CFA: Die Normalverteilung konnte nach dem oben genannten Kriterium für alle Variablen, die Teil der CFA wurden, bestätigt werden. Aus diesem Grund konnte das Modell der EFA in seiner vorliegenden Form mittels CFA geprüft werden.

Prüfung der Einzelmessmodelle: Zunächst wurden die Faktoren in Einzelmessmodellen untersucht, für die diese Analyse möglich war. Für Faktoren mit drei oder weniger Items kann das Einzelmodell mathematisch nicht berechnet werden.

Den ersten Faktor bildete hier die *Studieninformiertheit*. Entsprechend der EFA besteht dieser Faktor aus sechs Items. Die Einzelfaktorüberprüfung zeigte jedoch, dass die Modellfitkriterien in dieser Form nicht erfüllt werden konnten. Unter Ausschluss von Item 2 und Item 5 konnten akzeptable bis gute Modellfitindizes erreicht werden (vgl. Tabelle 22). Der Ausschluss von Item 5 erfolgte wegen einer kleinen Faktorladung (< .4). Dies war aufgrund der Ergebnisse der EFA zu erwarten, da dieses Item auch hier durch seine schwache Ladung aufgefallen war. Das Item 2 wies in diesem Modell ebenfalls nur eine schwache Ladung von .42 auf. Des Weiteren konnte durch dieses Item nur eine geringe Varianzaufklärung von < .2 bewirkt werden und sein Residuum korrelierte mit dem eines anderen Items. Ein konstruktübergreifendes Zulassen von Residuenkorrelationen wird nicht empfohlen, dafür aber ein Ausschluss des Items bei schlechtem Fit (Urban und Mayerl 2014). Diese Gründe sprachen für den Ausschluss des Items.

Tabelle 22: Studieninformiertheit (4 Items)

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
Raykova's ρ	.70	akzeptabel
CFI	.98	gut
TLI	.92	akzeptabel
RMSEA	.09	akzeptabel
SRMR	.03	gut

Den zweiten Faktor bildete die *kontinuierliche Lernplanung*. Hier wurden für alle gemessenen Kennwerte gute Ergebnisse erzielt, und er wurde so, wie das Ergebnis der EFA lautete, beibehalten (vgl. Tabelle 23).

Tabelle 23: Kontinuierliche Lernplanung (4 Items)

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
Raykova's ρ	.83	gut
CFI	1.00	gut
TLI	1.00	gut
RMSEA	.02	gut
SRMR	.02	gut

Der dritte Faktor, die *eigenständige Lernplanung*, bestand aus nur drei Variablen, weshalb diese Berechnung hier nicht möglich war. Die Reliabilität des Faktors ist mit einem Wert von $\rho = .68$ grenzwertig annehmbar.

Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt bildet den vierten Faktor. Es zeigte sich, dass die beiden Items 18 und 19 residuenkorreliert waren. Beide waren einander inhaltlich sehr ähnlich. Somit wurde das Item mit der geringeren Ladung (Item 18) entfernt. Die Fitwerte des Faktors unter Ausschluss von Item 18 lagen im guten Bereich (vgl. Tabelle 24).

Tabelle 24: *Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt (7 Items)*

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
Raykova's ρ	.87	gut
CFI	1.00	gut
TLI	1.00	gut
RMSEA	.02	gut
SRMR	.03	gut

Beim fünften Faktor (*Dozierendenkontakt*) musste ein Item wegen seiner sehr schwachen Ladung ausgeschlossen werden (Item 23). Ohne das Item konnten gute Fitwerte erhalten werden (vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25: *Dozierendenkontakt (4 Items)*

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
Raykova's ρ	.77	akzeptabel
CFI	1.00	gut
TLI	.96	gut
RMSEA	.08	akzeptabel
SRMR	.03	gut

Der sechste Faktor (*Affinität für soziale Netzwerke*) lieferte in seiner vorliegenden Form gute Fitwerte und wurde entsprechend der EFA-Ergebnisse beibehalten (vgl. Tabelle 26).

Tabelle 26: Affinität für soziale Netzwerke (4 Items)

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
Raykova's ρ	.79	akzeptabel
CFI	1.00	gut
TLI	.99	gut
RMSEA	.04	gut
SRMR	.02	gut

Die drei weiteren Faktoren: *Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit*, *unbekümmerte Passivität* und die Kontrollskala zur *Studienzufriedenheit* beinhalteten je nur drei Variablen und konnten daher keiner Einzelfaktoranalyse, sondern lediglich der Reliabilitätsprüfung unterzogen werden. Alle drei Reliabilitäten waren je im annehmbaren Bereich (.60 - .66).

Prüfung des Gesamtmodells: Nachdem alle Faktoren erfolgreich einer Einzelanalyse unterzogen wurden, konnte das Gesamtmodell geprüft werden. Korrelationen zwischen Residuen verschiedener Variablen wurden nicht zugelassen, um das Modell so wenig komplex wie möglich zu gestalten. Dieses Vorgehen wird vor allem empfohlen, wenn es um konstruktübergreifende Modifikationen zur Verbesserung des Modellfits geht (Urban und Mayerl 2014). Da es keine inhaltlichen oder theoretischen Begründungen für die Residuenkorrelationen gibt, wird das einfachere Modell bevorzugt. Dieses Modell, bestehend aus den zuvor beschriebenen Faktoren, lieferte allerdings kein akzeptables Ergebnis (vgl. Tabelle 27).

Tabelle 27: Gesamtmodell aus 9 Faktoren

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
CFI	.89	schlecht
TLI	.87	schlecht
RMSEA	.05	gut
SRMR	.06	gut

Grundsätzlich messen die beiden Fitindizes *CFI* und *TLI* auf ähnliche Weise. Sie vergleichen die vorliegenden Daten in Bezug auf das Nullmodell und geben an, inwieweit sie sich von diesem unterscheiden (Urban und Mayerl 2014). Niedrige Werte weisen darauf hin, dass die Daten zu schwach mit dem Modell korrelieren. Beide Kennwerte sind knapp unterhalb des akzeptablen Bereichs. Ein Grund für

den schlechten Modellfit könnte das Item 36 sein. Die Faktorladung dieses Items war bereits in der EFA als kritisch aufgefallen (= .34) (vgl. Tabelle 19). Auch in der CFA lud das Item ähnlich schwach auf den entsprechenden Faktor mit .33. Da der Faktor in der EFA aus nur drei Items bestand, wurde dieses Item beibehalten. Allerdings zeigt sich nun in der CFA, die das Modell unter strengeren Kriterien prüft, dass das Gesamtmodell unter den vorliegenden Bedingungen keine sinnvoll interpretierbaren Messergebnisse liefern kann. Die Fitwerte *RMSEA* und *SRMR* liegen zwar im guten Bereich, der *CFI* und *TLI* jedoch unterhalb der Grenze zum Akzeptablen.

Der Ausschluss des Items 36 hat zur Folge, dass der achte Faktor *Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit* nur noch aus zwei Items besteht. Im Falle schlechter Ladungswerte wird der Ausschluss der Variablen empfohlen (Urban und Mayerl 2014). Da dieser Faktor ohnehin eine schlechte bis annehmbare Reliabilität von .60 aufweist, trägt dieser nicht zu einer reliablen Messung bei. Daher wird der gesamte Faktor aus der anschließenden CFA entfernt, wobei die enthaltenen Items als Einzelindikatoren in anschließenden Studien verbleiben, wodurch das inhaltliche Spektrum bestehen bleibt.

Das Ergebnis des achtfaktorigen Gesamtmodells weist wiederum gute Fitwerte für den *RMSEA* und den *SRMR* und akzeptable Werte für den *CFI* und *TLI* auf (vgl. Tabelle 28).

Tabelle 28: Gesamtmodell aus 8 Faktoren

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
<i>CFI</i>	.91	akzeptabel
<i>TLI</i>	.90	akzeptabel
<i>RMSEA</i>	.04	gut
<i>SRMR</i>	.06	gut

Die Faktoren des Modells sind empirisch voneinander trennbar. Die höchste Korrelation von $r = .48$ besteht zwischen den Faktoren *kontinuierliche Lernplanung* und *eigenständige Lernplanung*. Inhaltliche Ähnlichkeiten erklären die Korrelation. Da es sich aber nur um eine mittlere Korrelation $\ll .80$ handelt, sind beide Faktoren voneinander trennbar und als zwei eigenständige Faktoren zu betrachten (Urban und Mayerl 2014).

Da das Modell aus Einzelitems zunächst rein explorativ entstanden ist, liegen keine theoretischen Alternativmodelle vor. Das einzige Alternativmodell, das sich

erproben lässt, ist ein einfaktorielles, was sich ganz generell mit *domänenspezifische erfolgskritische Verhaltensweisen und Einstellungen* titulieren lassen könnte. Dieses Modell, in dem alle verbliebenen Items des achtfaktoriellen Modells zu einem Faktor zusammengefasst werden, weist durchgängig extrem schlechte Fitwerte auf (vgl. Tabelle 29).

Tabelle 29: Alternativmodell mit einem Gesamtfaktor

Kriterium	Ausprägung	Einschätzung
<i>CFI</i>	.35	schlecht
<i>TLI</i>	.30	schlecht
<i>RMSEA</i>	.12	schlecht
<i>SRMR</i>	.13	schlecht

Das Modell mit acht Faktoren stellt das Ergebnis der CFA dar. Es erscheint nicht sinnvoll, durch weitere Schritte, wie z. B. das Zulassen von Residuenkorrelationen, das Modell komplexer zu gestalten (Urban und Mayerl 2014).

Das konsolidierte Modell ist mit seinen Faktorladungen in der Abbildung 36 dargestellt.

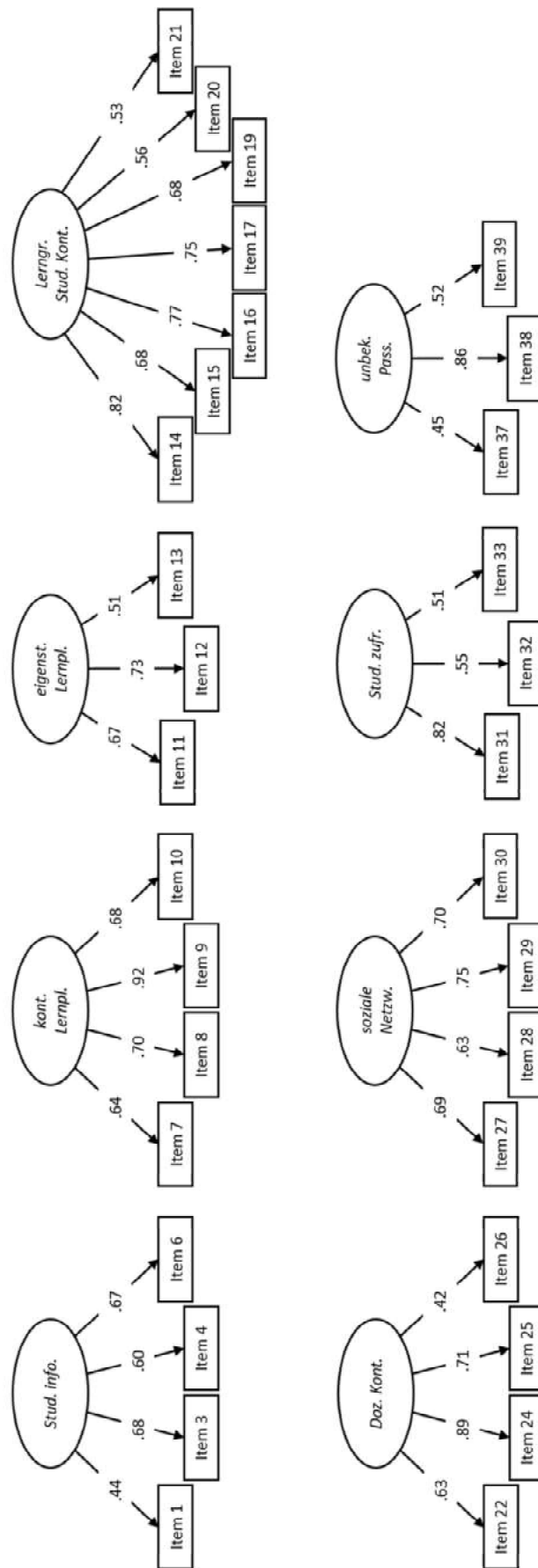


Abbildung 36: Gesamtmodell der CFA (Korrelationen zwischen den Faktoren werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt)
Stud.info.: Studieninformiertheit; *kont. Lernpl.:* kontinuierliche Lernplanung; *eigenst. Lernpl.:* eigenständige Lernplanung; *Lerngr. Stud. Kont.:* Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt; *Doz. Kont.:* Dozierendenkontakt; *soziale Netzw.:* Affinität für soziale Netzwerke; *Stud. zufr.:* Studienzufriedenheit; *unbek. Pass.:* unbekümmerte Passivität

5.6.3 Zusammenfassung und Diskussion zur Modellkonsolidierung

Das Ergebnis der CFA lässt darauf schließen, dass das konsolidierte, achtfaktorige Modell auf weitere, ähnliche Stichproben anwendbar ist

Im Kapitel 5.1 wurde ausführlich darauf eingegangen, welche Vorarbeiten bereits vorgenommen wurden, um eine Charakterisierung des Studiengangs in Form von Items zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen vorzunehmen.

Die im vorliegenden Forschungsprojekt vorgenommene Expert*innenbefragung zielte darauf ab, eine umfassende Einschätzung davon zu bekommen, welche Verhaltensweisen oder Einstellungen für einen Studienerfolg dienlich oder hinderlich sein können (Kapitel 5.2). Im Zuge dessen wurde die inhaltliche Abdeckung der relevanten Verhaltensweisen und Einstellungen hergestellt. Die als relevant geltenden Aspekte wurden in einem Fragebogen zunächst auf sprachliche Verständlichkeit überprüft (vgl. 5.4) und anschließend an Studierende an 15 Standorten in Deutschland ausgegeben. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die Items auf ihre strukturellen Eigenschaften zu überprüfen. Hierzu wurde zunächst eine Hälfte des Datensatzes genutzt, um mögliche Konstrukte hinter den einzelnen Items zu identifizieren. Dadurch konnten neun Faktoren, bestehend aus 39 Items auf empirischer Basis spezifiziert werden. In diesem Schritt fand eine starke Reduktion der 82 auf 39 Items statt.

Im Verlauf der CFA musste eine weitere Reduktion auf 32 Items vorgenommen werden, um ein hinreichend messfähiges Modell zu erlangen.

In der Einzelfaktoranalyse zeigte sich, dass zwei Items aus dem Faktor *Studieninformiertheit* aufgrund schwacher Ladungen aus dem Modell entfernt werden mussten. Item 1 lautete: „Ich habe meine eigenen Kompetenzen und Fähigkeiten mit den Anforderungen des Studiums abgeglichen.“ Dieses Item überschneidet sich inhaltlich mit einem anderen Item, das nachfragt, ob es wichtig sei, sich bei der Studienwahl nach den eigenen Fähigkeiten zu richten. Aus diesem Grund büßt der Faktor durch den Ausschluss des Items 1 nur unwesentlich an Inhalt ein. Das zweite aus dem Faktor entfernte Item fragt nach dem Besuch von Informationsveranstaltungen vor dem Studium. Dieses Item wurde in ein dichotomes Item umformuliert und wird im Folgenden getrennt vom Faktor *Studieninformiertheit* ausgewertet. Des Weiteren musste der gesamte Faktor *Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit* aus dem Modell entfernt werden. Ursache dafür war der

schlechte Fit eines einzelnen Items, der dazu geführt hatte, dass das gesamte Modell keine gut interpretierbaren Messungen zugelassen hätte. Zu den hier erfragten Aspekten müsste in anschließenden Studien eine theoretisch fundierte Skala entwickelt und erprobt werden. Da dieses Vorgehen in der vorliegenden Studie nicht mehr möglich war, müssen die dazugehörigen Items vorerst als Einzelindikatoren behandelt werden.

Vorteilhaft ist, dass nun ein Modell vorliegt, mit dem eine hinreichend reliable Messung möglich scheint, die inhaltliche Interpretationen zulässt. Die Reliabilitäten der einzelnen Faktoren befinden sich im annehmbaren bis guten Bereich. Die schwächste Reliabilität weist der Faktor *Studienzufriedenheit* mit $\rho = .62$ und die stärkste der Faktor *Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt* mit $\rho = .87$ auf. Nachteilhaft ist jedoch, dass diejenigen Items, die nicht Teil der Faktorstruktur sind, nunmehr als Einzelindikatoren in die Studie zum Zusammenhang der gemessenen Konstrukte mit einem Studienerfolg einfließen müssen. Dies führt dazu, dass keine Reliabilitäten geschätzt werden können und etwaige Zusammenhänge der Einzelitems mit einem Studienerfolg nur schwer interpretierbar sein werden. Außerdem führen viele Einzelindikatoren zu Verzerrungen des Ergebnisses durch die unkontrollierbaren Messfehler. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass in anschließenden Regressionsanalysen die Beiträge zur aufgeklärten Varianz bei hoher Variablenanzahl oft nicht signifikant werden (Eid et al. 2010). Aus diesem Grund wäre es wünschenswert, zukünftig weitere Skalen, aufbauend auf den Einzelitems zu entwickeln. Aus Abbildung 36 wird deutlich, dass es in diesem Modell noch drei Items (Item 1, Item 26, Item 37) gibt, die nur schwach (zwischen .40 und .50) auf den entsprechenden Faktor laden. Der Ausschluss dieser Items hätte den Verlust von zwei gesamten Faktoren zur Folge gehabt. Zwar handelt es sich bei diesen beiden Faktoren auch um diejenigen mit geringer Reliabilität – sie müssen daher mit Vorsicht interpretiert werden – dennoch leisten sie einen inhaltlichen Beitrag zum Modell, welches einen hinreichend guten Fit zum empirischem Modell aufweist. Da das Messmodell im Strukturgleichungsmodell zur Schätzung des Einflusses der Faktoren auf den Studienerfolg Faktorladungen schätzt und mitberücksichtigt, können die Einflüsse schlechter Ladungen auch in diesem Schritt noch kontrolliert werden.

Nun liegt eine Einfachstruktur aus acht Faktoren vor, welche geeignet ist, bei Physikstudienanfänger*innen die Konstrukte: *Studieninformiertheit, kontinuierliche Lernplanung, eigenständige Lernplanung, Lerngruppenaffinität und Studieren-*

5 Entwicklung des Tests zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen zur Erfassung nicht-kognitiver Prädiktoren

denkontakt, Dozierendenkontakt, Affinität für soziale Netzwerke und unbesorgte Passivität zu messen, ebenso wie bei bereits länger Studierenden zusätzlich die Studienzufriedenheit.

Abschnitt III

Einsatz des Testinstruments

6 Erfassung kognitiver und nicht-kognitiver Faktoren zur Prädiktion von Studienerfolg

Im dritten Abschnitt dieser Arbeit wird der erste Einsatz des zuvor entwickelten Instruments dargelegt. Hier wird dem Forschungsziel nachgegangen, die Input-Output-Beziehung zwischen den kognitiven und nicht-kognitiven Variablen des Testinstruments und dem Studienerfolg entsprechend dem Rahmenmodell zum zentralen Forschungsanliegen zu bestimmen (vgl. Abbildung 37).

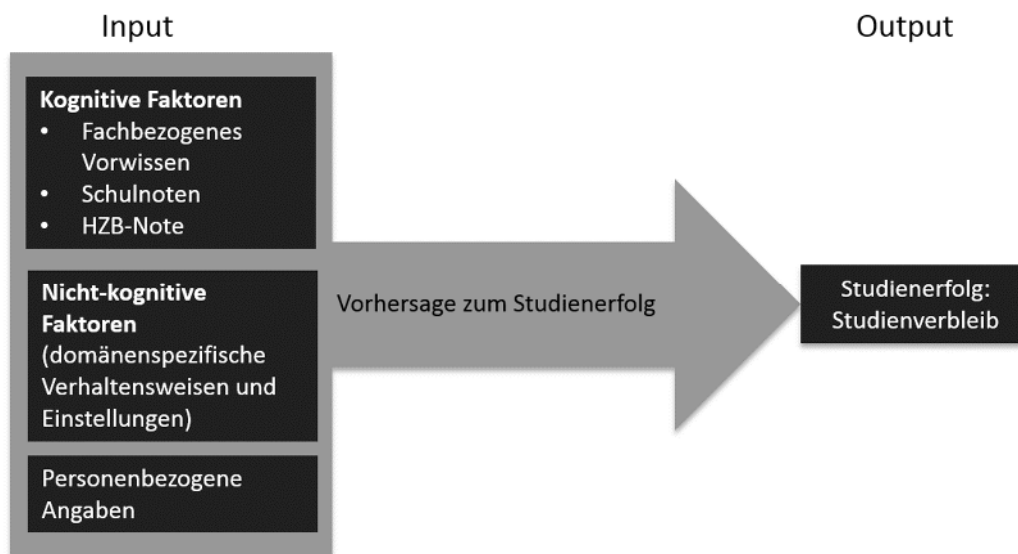


Abbildung 37: Rahmenmodell und zentrales Forschungsanliegen „Vorhersage zum Studienerfolg“

(eigene Grafik, wie Abbildung 11, S. 36 und Abbildung 12, S. 70)

Die Ergebnisse der Pilotierungen beider Testteile weisen darauf hin, dass sich das Testinstrument dazu eignet, Studieneingangsvoraussetzungen zu erheben und die Ergebnisse valide zu interpretieren (vgl. Kapitel 4.3.2 und 5.6.2).

Im Rahmen der Erprobung des Testinstruments sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

FF 1 Welche der zu Beginn des Studiums gemessenen Faktoren haben einen Einfluss auf den Studienerfolg und können als Prädiktoren interpretiert werden?

FF 2 Welche Prädiktoren weisen inkrementelle Validität über den besten Prädiktor hinaus auf?

Da die HZB bisher als stärkster Prädiktor für Studienerfolg gilt (vgl. Kapitel 2.3.2), ist zu erwarten, dass sie auch in diesem Studiendesign einen großen Einfluss auf den Studienverbleib gegenüber den anderen erfassten Faktoren aufweist und in Kombination mit dem Vorwissenstest noch erhöht werden kann.

Im *Conceptual Schema of Dropout from College* nach Tinto (1975) und dem Modell des Studienabbruchprozesses nach Heublein et al. (2010) spielen die soziale Integration während des Studiums eine wichtige Rolle in Bezug auf einen Studien-erfolg. Im *allgemeinen theoretischen Modell des Studienerfolgs* nach Thiel et al. (2008), modifiziert und erweitert durch Albrecht (2011), wird der Aspekt *Lernen mit anderen* als erfolgversprechender Aspekt während des Studiums aufgeführt. Der für das vorliegende Forschungsvorhaben identifizierte Faktor *Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt* beinhaltet verwandte Aspekte. Sofern die sozialen Kontakte während des Studiums einen Einfluss auf den Erfolg zu haben scheinen, liegt die Annahme nahe, dass der hier erfragte Faktor, sich sozial zu integrieren, ebenso im positiven statistischen Zusammenhang mit dem Studienverbleib steht. Inwieweit eine tatsächliche soziale Integration im Studium stattfindet, kann der Test nicht erheben, sondern lediglich die Neigung oder Einstellung dazu (vgl. 6.3.4).

6.1 Methode zum Einsatz und zur Auswertung des Tests

Das Instrument: Das Testinstrument wird als Fragebogen in gedruckter Form eingesetzt (Anhang C). Er umfasst insgesamt 13 Seiten und erfasst folgende Variablen: *mathematisches Vorwissen; physikalisches Vorwissen* sowie *Studieninformatiertheit, kontinuierliche Lernplanung, eigenständige Lernplanung, Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt, Dozierendenkontakt, Affinität für soziale Netzwerke* und *unbekümmerte Passivität*.

Zusätzlich wurde folgendes erfasst: der Studiengang, die Frage ob Physik das Wunschfach war, Geschlecht, Alter, HZB, die letzte Schulnote in Mathematik, Physik und Deutsch, das Belegen eines Grund- oder Leistungskurses der gleichen Fächer sowie die Frage danach, ob angestrebt wird, den Studiengang erfolgreich zu beenden (Frage nach Parkstudium). Darüber hinaus wurden diejenigen Items, die durch die EFA und CFA nicht Teil des Modells sind, als Einzelitems erfragt sowie dazu ein personenbezogener Code aufgenommen.

Durchführung: Die Durchführung der Studie gliederte sich in zwei Erhebungen. In der ersten Erhebung wurde das bereits ausführlich beschriebene Messinstrument

an Studienanfänger*innen des Fachs- und Lehramts Physik an der FU Berlin zu Beginn des Wintersemesters 2015/16 eingesetzt. Die Erhebung fand in der ersten Vorlesung des ersten Semesters der Studienanfänger*innen statt. Das Testinstrument wurde etwa 25 Minuten vor dem Ende der jeweiligen Veranstaltung ausgehändigt. Die Studierenden erhielten ungefähr 25 Minuten Bearbeitungszeit, durften aber auch länger daran arbeiten. Es gab keine Aufwandsentschädigung.

Wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben, gilt der Studienverbleib nach drei Semestern als Erfolgskriterium für diese Studie. Diese Entscheidung gründete auf den Rahmenbedingungen. Einen tatsächlichen Studienabschluss als Studienerfolgskriterium zu wählen, hätte mit einer Studiendauer der Bachelorstudierenden von sechs Semestern die Projektlaufzeit überschritten, des Weiteren war ein Erfassen von Modulnoten oder ein Zugriff auf Teilnehmer*innenlisten aus datenschutzrechtlichen Gründen ausgeschlossen. Aus diesem Grund musste die Erfassung der *aktiv Studierenden* manuell umgesetzt werden. Hierzu wurden alle Veranstaltungen mehrfach aufgesucht, in denen potenziell Studierende des Fachs oder Lehramts Physik im dritten Fachsemester anwesend sein könnten. Zusätzlich wurden mehrere E-Mails über den Verteiler des Fachbereichs an die Studierenden geschickt und Veranstaltungsleitende um wiederholte Erinnerungen gebeten. Um einen Anreiz für die Teilnahme zu schaffen, wurden die Teilnehmer*innen mit einem 12€ Gutschein belohnt. So sollte sichergestellt werden, dass möglichst viele *aktiv Studierende* nach drei Semestern an der Befragung teilnehmen, um einen plausiblen Gruppenvergleich zu ermöglichen.

Die beiden in Abschnitt II dieser Arbeit beschriebenen Testteile wurden zu Studienbeginn eingesetzt und deren Ergebnisse zum Ende des dritten Fachsemesters auf den Verbleib im Studium bezogen. Um dies zu ermöglichen, wurde in jeder Befragung ein personenspezifischer Code miterhoben.

An dieser Herangehensweise ist problematisch, dass ein Fehlen zum zweiten Erhebungszeitpunkt nicht zwangsläufig als Studienmisserfolg interpretiert werden kann, da für eine Nichtteilnahme ganz verschiedene Gründe vorliegen können (neben Studienabbruch auch Fachwechsel, Standortwechsel, Auslandssemester, Elternzeit, Krankheit; oder auch keine Bereitschaft, an der Befragung teilzunehmen u. v. m.). Daher können nur Datensätze, die sich einander zuordnen lassen, als Erfolg interpretiert, aber keine Aussagen über Misserfolg getroffen werden (vgl. 6.3.4). Die Kohorte teilt sich also in zwei Gruppen: diejenigen Studierenden, die nur zum ersten Erhebungszeitpunkt, nicht aber zum zweiten an der Befragung teilgenommen haben und denen, die an beiden Befragungen teilgenommen. Die

erste Gruppe wird zur Vereinfachung als *latenter Dropout* und die andere als *aktiv Studierende* bezeichnet. Zusammengefasst bilden sie die Zielvariable *Studienerfolg* (vgl. Kapitel 6.3.4).

Auswertungsmethode: Das Ziel der Datenauswertung ist es herauszufinden, inwieweit sich die gemessenen Variablen und Konstrukte auf die Zielvariable Studienerfolg auswirken, bzw. welchen Einfluss die Variablen auf den hier gemessenen Studienerfolg haben. Diese Einflüsse sollen innerhalb eines Strukturgleichungsmodells (SEM) mithilfe der Probit-Regression ermittelt werden.

Das SEM setzt sich aus zwei Teilen zusammen: einem sog. Messmodell und einem Strukturmodell (Eid et al. 2010) (Abbildung 38).

Das Messmodell zeigt, wie die Variablen basierend auf einem faktoranalytischen Modell definiert werden (Eid et al. 2010). Es setzt sich konkret aus den Variablen zusammen, die durch die Testteile gemessen wurden: Die latenten Variablen der CFA, die Ergebnisse der Vorwissenstests und die weiteren manifesten Variablen (HZB, Schulnoten, etc.).

Das Strukturmodell spezifiziert die Beziehungen zwischen den Variablen anhand eines Pfadmodells (Eid et al. 2010). In diesem Fall besteht das Strukturmodell lediglich aus den regressiven Beziehungen der gemessenen Konstrukte mit der Zielvariablen, dem Ausgang des Studienerfolgs. Innerhalb des Strukturteils wird hier also eine multiple Regression durchgeführt.

Zwischen korrelierten Variablen können hohe Kollinearitäten auftreten, was dazu führt, dass die jeweiligen Regressionsgewichte gegenüber einer einfachen Regression sinken. Um eine signifikante Verbesserung der Varianzaufklärung des Modells durch jede Variable zu erreichen, werden die einzelnen Variablen, nach ihrem ermittelten Einfluss hierarchisiert und nacheinander in das Modell aufgenommen. Im Rahmen der Probit-Regression gibt es sog. Pseudo- R^2 -Schätzer, die an das Schätzverfahren des R^2 einer linearen Regression angelehnt sind. Diese sind jedoch nicht gleichwertig zu interpretieren und verschiedene Pseudo- R^2 -Schätzer weichen oft stark voneinander ab (Hoetker 2007). Aus diesem Grund wird davon abgeraten, Pseudo- R^2 -Werte zu berichten, um Missinterpretationen vorzubeugen (ebd.).

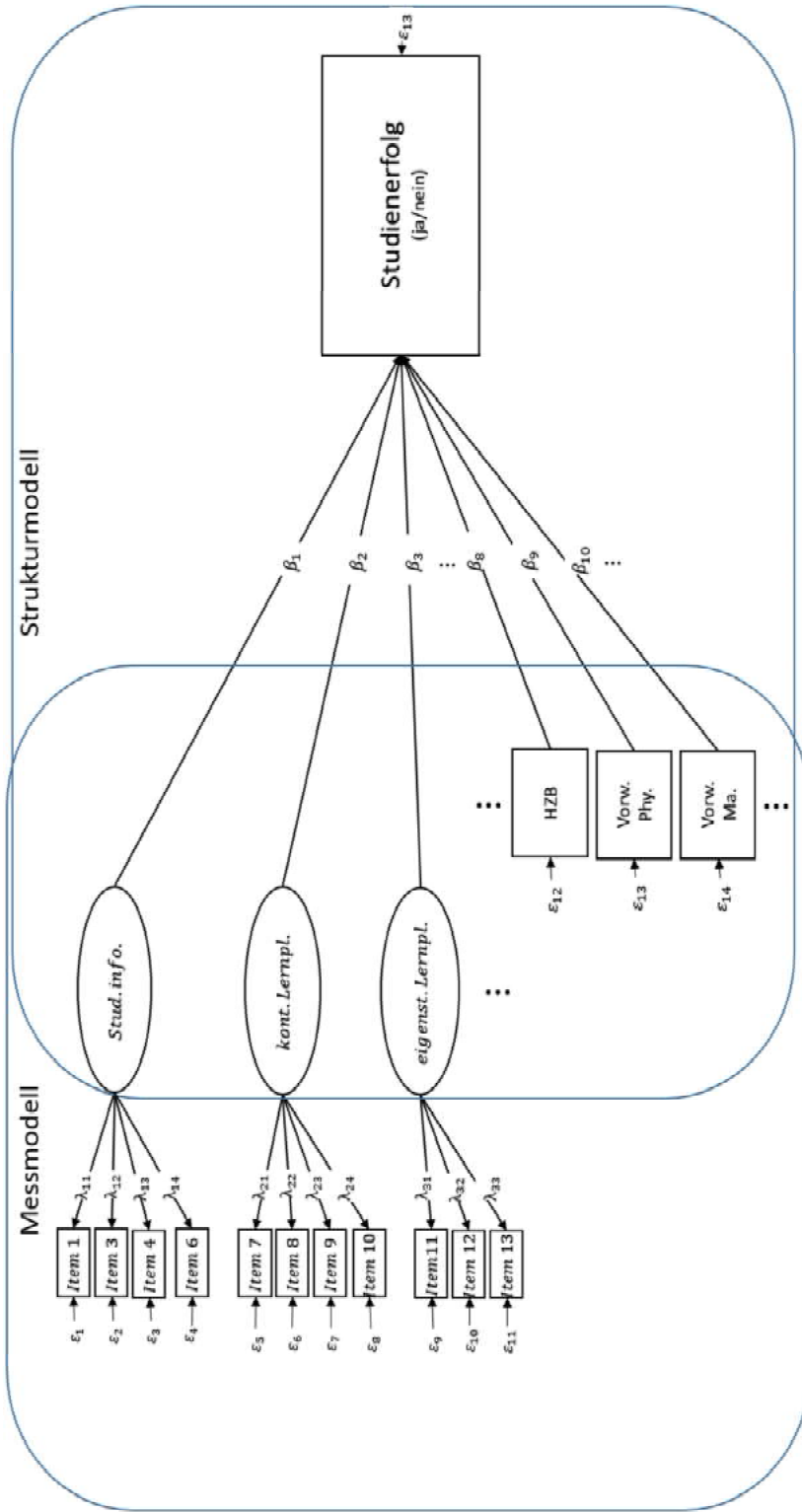


Abbildung 38: Ausschnitt des hypothetischen SEM (Die Kennwerte werden im Modell frei geschätzt)

Stud.info.: Studieninformativität; *kont. Lernpl.:* kontinuierliche Lernplanung; *eigenst. Lernpl.:* eigenständige Lernplanung, Vorw. Phy.: Punktsumme Vorwissenstest Mathematik. Das linke abgerundete Rechteck markiert das Messmodell, das rechte das Strukturmodell. Latente Variablen werden durch Ovale und manifeste durch Rechtecke dargestellt. Dabei kennzeichnen ε_i die Fehler der Variablen, und λ_{ij} die jeweiligen Faktorladungen auf die jeweilige latente Variable. β_i geben den Marginal Index Effect (MIE) der Probit-Regression zwischen den Prädiktorvariablen und der Zielvariablen Studienerfolg an. Korrelationen und Covarianzen zwischen den Variablen werden aufgrund der besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Die Dualität der Zielvariablen *Studienerfolg* führt dazu, dass die jeweiligen gemessenen Konstrukte und Einzelitems nicht im Rahmen einer linearen Regression ausgewertet werden können, sondern nichtlinear modelliert werden. In diesem Fall findet das Probit-Modell Anwendung.

Das Probit-Modell ist eine Form der Modellierung zur Erklärung binärer Zielgrößen. Ihm liegt folgende Annahme zugrunde: $\Pr(Y_i = 1) = \Phi(x_i^T \beta)$ (Abbott 2013).

Dabei ist $\Pr(Y_i = 1)$ die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Zielgröße den Wert Eins annimmt. Das Modell repräsentiert die binomialen Wahrscheinlichkeiten in Form der Funktion Φ , nämlich der kumulierten Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung. Die Funktion $x_i^T \beta$ wird als Indexfunktion bezeichnet. Sie gibt einen skalaren Wert für die Beobachtung i aus, berechnet über das Vektorprodukt des transponierten i -ten Spaltenvektors der Beobachtungsvariablen x_i^T und β , dem Spaltenvektor, bestehend aus den Regressionskoeffizienten (Abbott 2013).

Bei linearen Regressionen liefern die Regressionskoeffizienten als Steigung der Regressionsgeraden die Information, inwieweit sich der Wert der Zielvariablen bei einer Änderung der Beobachtungsvariablen verändert. Zur Interpretation der Ergebnisse des Probit-Modells bedarf es eines weiteren Werts, des Marginal Index Effects (*MIE*) (Abbott 2013).

Der MIE ist der partielle Effekt jeder erklärenden Variablen auf die Indexfunktion $x_i^T \beta$. Sofern es sich bei den Beobachtungsvariablen um skalare Größen handelt, die jeweils linear ins Modell eingehen, ist der MIE der Variablen X_j die partielle Ableitung der Verteilungsfunktion am Erwartungswert nach der Erklärvariablen. Sie gibt als Ergebnis den Wert β_j an, also den Wert des jeweiligen Regressionskoeffizienten (Abbott 2013). Der *MIE* ist ähnlich zu interpretieren wie der β -Wert einer linearen Regression. Er gibt die Steigung der Wahrscheinlichkeitsverteilungskurve am Erwartungswert aus und lässt Aussagen darüber zu, inwieweit sich die Wahrscheinlichkeit für einen positiven (oder negativen) Ausgang der Zielvariablen ändert, wenn sich die Beobachtungsvariable vom Erwartungswert ausgehend näherungsweise um eine Einheit ändert (Abbott 2013). Hierbei handelt es sich um die Steigung am Wendepunkt der Kurve und damit um das Maximum der ersten Ableitung. Für die Interpretation gilt also, dass die Wahrscheinlichkeitsänderung durch die Änderung des Wertes der unabhängigen Variablen im Bereich um den Erwartungswert am höchsten ist und zu den Rändern hin abnimmt.

Die SEM wird nach der separate-factor-analysis nach Burt (1973, 1976) umgesetzt (Urban und Mayerl 2014). Dies bedeutet, dass das Messmodell der SEM bereits im Vorfeld separat auf seine Faktorstruktur geprüft worden ist (Kapitel 5.6). Bei diesem Vorgehen muss beachtet werden, dass separate Faktormodelle einen guten Fit haben können, auch wenn die Faktoren mit den falschen Indikatoren verknüpft werden und Kreuzladungen vernachlässigt werden (Urban und Mayerl 2014). Im vorliegenden Modell ist jedoch davon nicht auszugehen, da das Modell zuerst explorativ entwickelt und im Anschluss innerhalb der CFA konsolidiert worden ist.

Die Ergebnisse der Vorwissenstestteile in Mathematik und Physik fließen jeweils in Form der Summe der richtigen Antworten ins Modell ein. Die Ergebnisse der Testentwicklung sprechen dafür, dass die Aufgaben dem Rasch-Modell entsprechen (vgl. Kapitel 4.3.3). Da es sich bei der vorliegenden Erhebung um eine sehr ähnliche Stichprobe handelt wie bei der Pilotierung (der Folgejahrgang derselben Universität), wird die Modellkonformität angenommen, was die Summe der richtigen Ergebnisse als verlässlichen Maßstab zulässt (Wright 1989).

Die Stichprobe wurde der jeweiligen Gruppe zugeordnet: *aktiv Studierende* = 1; *latenter Dropout* = 0.

Aufgrund der kleinen Stichprobe von $N = 116$ wird zur Stabilisierung des Messmodells der gesamte Datensatz, der zur Identifikation der strukturellen Eigenschaften des Tests zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen genutzt wurde, hinzugefügt ($N = 532$) (s. Kapitel 5.5).

Umgang mit Missing Values: Durch das Einbeziehen des zweiten Datensatzes zur Stabilisierung des Messmodells entstand in der Zielvariablen eine große Anzahl an systematischen Missings. An dieser Stelle wurde das *Full Information Maximum Likelihood Kriterium (FIML)* als Schätzer gewählt, um keine Verzerrung der Ergebnisse zu bewirken.

Im eigentlich zu analysierenden Datensatz ($N = 116$) wurde im Umgang mit Missings ebenfalls der *FIML* genutzt. Dabei handelte es sich um zufällige Missings, mit einem Auftreten von jeweils weniger als 5% je Person und Item.

Stichprobe des ersten Erhebungszeitpunkts: Zum ersten Erhebungszeitpunkt wurden 130 ausgefüllte Testhefte abgegeben. Insgesamt waren zu diesem Zeitpunkt 194 Erstsemesterstudierende eingeschrieben (141 Fachstudierende und 53 Lehramtsstudierende). Damit wurde eine Erhebungsquote von 67% erreicht. Für

die Fachstudierenden liegt die Erhebungsquote bei rund 60%. Von den Fragebögen ließen sich 84 den Fachstudierenden des ersten Semesters und 46 den Lehramtsstudierenden des ersten Semesters zuordnen. Aus den Daten der KFP konnte hergeleitet werden, dass im bundesweiten Mittel eine Parkstudierendenquote von ca. 36% vorliegt (vgl. Kapitel 1.2.2). Werden für die FU Berlin eine ähnlich hohe Parkstudierendenquote angenommen, lassen die Daten nahezu auf eine Vollerhebung der ernsthaft studierenden Personen schließen. Da für diese Kohorte der Anteil der Parkstudierenden aber nicht geschätzt werden kann, kann diese Annahme nicht überprüft werden.

Bei der Lehramtskohorte konnten von 53 offiziell Eingeschriebenen 46 Studierende erreicht werden. Dabei handelt es sich um 87%. Die Parkstudierendenproblematik ist im Bereich Lehramt nicht so verbreitet wie im Fachstudium (Düchs und Ingold 2016). Dies könnte die höhere Erhebungsquote erklären.

Von den 130 Fragebögen konnten 116 in die Analyse übernommen werden, da die übrigen nur unzureichend bearbeitet worden waren (Tabelle 30).

Tabelle 30: Stichprobenbeschreibung zum ersten Erhebungszeitpunkt

	Fachstudierende		Lehramtsstudierende		Gesamt	
	m	w	m	w	M	w
Anzahl	77		39		116	
Mittleres Alter	19,9 (SD 3,0)		22,0 (SD 4,2)		20,6 (SD 3,5)	
Erststudierende	62		25		87	
Studierende mit Physik als Wunschfach	73		29		102	
HZB	1,9 (SD 0,5)		2,4 (SD 0,6)		2,0 (SD 0,6)	
Geschlecht	m	w	m	w	M	w
	52	22	25	11	77	33
	67.53%	28.57%	64.10%	28.21%	66.38%	28.45%

Stichprobe des zweiten Erhebungszeitpunkts: Bei der zweiten Erhebung wurden 64 Fragebögen bearbeitet. Zu Beginn des 4. Semesters waren insgesamt 114 Personen eingeschrieben. Dies ergibt eine Erhebungsquote von nur 56%.

44 der Fragebögen konnten Fachstudierenden, 20 konnten Lehramtsstudierenden des dritten Fachsemesters zugeordnet werden. Beim Erhebungszeitpunkt handelte es sich um das Ende des dritten Semesters. Daher wurden die Werte mit den Einschreiber*innenzahlen des vierten Fachsemesters (Sommersemester

2017) verglichen. Im entsprechenden Semester waren offiziell 80 Fachstudierende eingeschrieben. Dies bedeutet eine Erhebungsquote von 55%. Für Lehramtsstudierende ergibt sich eine Erhebungsquote von 59%, da 34 Studierende offiziell eingeschrieben waren. Aufgrund des Vorgehens bei der Erhebung scheinen allerdings die erreichten 56% zumindest den Hauptanteil der tatsächlichen *aktiv Studierenden* auszumachen, da alle Veranstaltungen, in denen Studierende dieser Kohorte anwesend hätten sein können, mehrfach aufgesucht wurden und für die Bearbeitung eine Aufwandsentschädigung erfolgte.

Aus den Fragebögen des zweiten Erhebungszeitpunkts konnten 55 Codes richtig zugeordnet werden. Diese 55 Personen bilden die Gruppe *aktiv studierend*. Die restlichen 61 Personen, die zum ersten, jedoch nicht zum zweiten Erhebungszeitpunkt ein Testheft ausgefüllt haben, bilden die Gruppe *latenter Dropout*. Bei den 9 Personen, die an der zweiten Erhebung, nicht aber an der ersten teilgenommen haben, könnte es sich um Zuwanderer*innen aus anderen Fachbereichen oder von anderen Hochschulen handeln.

Von den 55 aktiv Studierenden waren 39 in den Mono-Bachelorstudiengang und 16 in den Physik-Lehramtsstudiengang eingeschrieben. Die mittlere HZB lag bei den Fachstudierenden bei 1.6 (*SD* .5) und bei den Lehramtsstudierenden bei 2.2 (*SD* .6).

6.2 Ergebnisse

Zwischen den Erhebungsdaten und dem hypothetischen Messmodell des SEMs (vgl. Abbildung 38) konnte keine Passung festgestellt werden, was zu keinen sinnvoll interpretierbaren Ergebnissen führte.

Tabelle 31 ist zu entnehmen, inwieweit sich die Modellfitwerte voneinander unterscheiden. Sowohl die Modellfitindizes, als auch die einzelnen Faktorladungen unterscheiden sich dramatisch zwischen den Stichproben. Mögliche Ursachen dafür sollen in der anschließenden Diskussion besprochen werden.

Um aus den Daten trotzdem die bestmöglichen Informationen zu gewinnen, musste das ohnehin schon reduzierte Modell auf diejenigen Items und Faktoren reduziert werden, die sich hinreichend reliabel messen ließen und dadurch eine Interpretation ermöglichen. Dadurch fand eine massive Reduktion des Modells statt.

Zunächst wurden die Faktoren des ermittelten CFA-Modells (vgl. Kapitel 5.6.2) erst einzeln und anschließend gemeinsam anhand des vorliegenden Datensatzes

in einer weiteren CFA überprüft. Die Items, die durch diesen Schritt aus den Faktoren ausgeschlossen wurden, wurden als Einzelitems ausgewertet um das inhaltliche Spektrum beizubehalten. Inhaltliche Erklärungsversuche für die Reduktion und Änderung der Faktoren werden im Diskussionskapitel zu den Limitationen der Studie vorgenommen (Kapitel 6.3.4).

Bei dem Konstrukt *Studieninformiertheit* musste das Item: „Ich habe meine eigenen Kompetenzen und Fähigkeiten mit den Anforderungen des Studiums abgeglichen“ wegen einer zu geringen Ladung ($< .30$) aus dem Faktor entfernt werden (Urban und Mayerl 2014). Aus inhaltlicher Sicht bildet dieses Item eine Weiterführung und Verknüpfung zweier anderer Items dieses Faktors, nämlich die Auseinandersetzung mit den Anforderungen und die Auseinandersetzung mit dem eigenen Studienwunsch. Obwohl sich das entfallene Item inhaltlich gut in den Kanon der übrigen eingliedert, spiegelt dies das Antwortverhalten der Proband*innen nicht wider.

Das Konstrukt *kontinuierliche Lernplanung* bestand zuvor aus vier Items. In der Anwendung des Modells auf den neuen Datensatz wies jedoch das Item zum Thema „Einplanung von Vor- und Nachbereitungszeit“ eine zu geringe Faktorladung ($< .20$) auf. Aus diesem Grund wurde es aus dem Faktor entfernt und als Einzelitem gewertet. Von den übrigen Items luden zwei hoch und eins sehr schwach (s. Abbildung 39) auf den Faktor. Das schwach ladende Item wurde in Kauf genommen, da die weitere Reduktion, um dieses zu einem Ausschluss des gesamten Faktors geführt hätte.

In den Daten konnte das Konstrukt *eigenständige Lernplanung* nicht sinnvoll wiedergefunden werden. Eines der nur drei Items lud gar nicht auf den Faktor ($< .10$). Aus diesem Grund wurden alle drei Items als Einzelindikatoren interpretiert.

Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt war in der vorigen CFA der stärkste Faktor mit sieben Items. Der Anwendung des neuen Datensatzes hielten jedoch nur drei dieser Items mit mittlerer bis schwacher Ladung stand (vgl. Abbildung 39). Die übrigen vier Items wiesen zum Teil gar keine ($< .10$) oder zu schwache ($< .30$) Ladungen auf, um sie als Teil des Konstrukts interpretieren zu können (Urban und Mayerl 2014). Die verbliebenen Items zielen nicht mehr allgemein auf den Studierendenkontakt und den Umgang mit Lerngruppen ab, sondern fokussieren stärker auf eine strategische Wahl der Lerngruppen und Kontakte. Aus diesem Grund wird der Faktor umbenannt in *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte*.

Der Faktor *Dozierendenkontakt* konnte durch die Daten nicht interpretierbar wiedergefunden werden. Zwei der vier Items hatten keine sinnvoll interpretierbaren Ladungen ($< .30$). Damit entfiel der gesamte Faktor.

Der sechste Faktor des ursprünglichen Modells heißt *Affinität für soziale Netzwerke* und bezieht sich auf die Nutzung von Social Media. Das Item, welches nach der privaten Nutzung des Handys während der Vorlesung fragt, konnte bei diesem Datensatz nicht mehr dem Konstrukt zugeordnet werden (Faktorladung $< .10$). Die verbliebenen Items beziehen sich eher auf das allgemeine Interesse an der Nutzung neuer Medien und die Aktivität darin.

Der letzte Faktor *unbekümmerte Passivität* musste aus dem Modell entfernt werden. Er bestand zuvor aus nur drei Items. Alle drei hatten bei der Anwendung auf den neuen Datensatz mittlere bis schlechte Faktorladungen (Urban und Mayerl 2014).

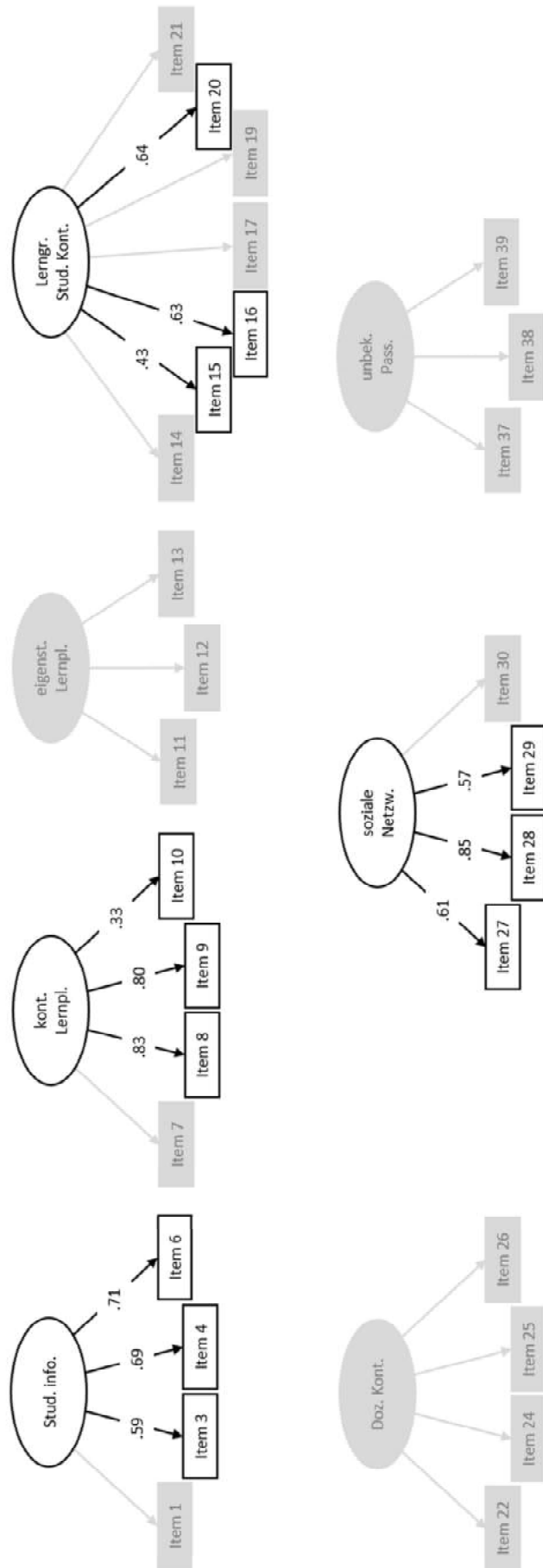


Abbildung 39: Reduziertes Modell für die SEM:

(Korrelationen zwischen den Faktoren werden zur besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt).

Ausgegraute Items und Faktoren wurden entfernt. *Stud.info.:* Studieninformiertheit; *kont. Lernpl.:* kontinuierliche Lernplanung; *eigenst. Lernpl.:* eigenständige Lernplanung; *Lerngr. Stud. Kont.:* strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte; *Doz. Kont.:* Dozierendenkontakte; *soziale Netzwr.:* Affinität für soziale Netzwerke, *unbek. Pass.:* unbekümmerte Passivität

Tabelle 31 stellt die Modellfitindizes des reduzierten Modells, angewandt auf den Datensatz der Hauptanalyse, im Vergleich zu den vorigen Werten dar. Nur durch die massiven Einschränkungen des Modells konnten sehr gute Fitwerte erreicht werden. An dieser Stelle wären auch weniger gute Fitwerte in Kauf genommen worden, um die Konstrukte nicht zu stark einzuschränken. Dies war allerdings nicht möglich, da die Fitwerte der entfernten Items alle so niedrig waren, dass ihr Beibehalten zu keinen interpretierbaren Ergebnissen geführt hätte (Urban und Mayerl 2014).

Tabelle 31: Modellfitindexvergleich

Kriterium	Ausprägung für die Daten der Validierungsanalyse	Ausprägung für die Daten der Hauptanalyse mit ursprünglichem Modell	Ausprägung für die Daten der Hauptanalyse mit reduziertem Modell
<i>CFI</i>	.91	.65	.98
<i>TLI</i>	.90	.60	.97
<i>RMSEA</i>	.04	.07	.02
<i>SRMR</i>	.06	.08	.06

Modellfit gilt als gut, wenn $CFI > .95$, $TLI > .95$, $RMSEA < .06$ und $SRMR < .08$ (Brown 2006).

Abbildung 39 ist zu entnehmen, dass sich zwei Faktorladungen trotzdem noch im schlecht interpretierbaren Bereich ($< .5$) befinden (Hair et al. 2014). Da der Modellfit auch mit beiden schwach ladenden Items gut ist, wurden sie beibehalten. Wären sie entfernt worden, hätte das Modell um zwei weitere Faktoren reduziert werden müssen.

Um den Einfluss der einzelnen Faktoren überblicken zu können, werden zunächst die Ergebnisse der Einzelregressionen aufgeführt. Dies bedeutet, dass jeweils nur ein einzelner Faktor auf den Studienerfolg regressiert wird und damit keine geteilten Varianzen verschiedener Faktoren erfasst werden. Eine multiple Regression wird im eigentlichen SEM durchgeführt.

6.2.1 Ergebnis 1: Einzelregressionen der Faktoren auf den Studienerfolg

Tabelle 32 sind die Ergebnisse der Einzelregressionen mit dem Probit-Modell zu entnehmen. Es ist abzulesen, dass von den reliabel messbaren Variablen nur die HZB, die Noten in Mathematik und Physik, die beiden Vorwissenstestteile sowie das Konstrukt strategische *Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* einen

signifikanten Einfluss auf den Studienerfolg haben. Letzteres ist das einzige signifikant regressierende Konstrukt zu den domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen.

Tabelle 32: Ergebnisse der einzelnen Probit-Regressionen

Faktor- bzw. Variablenname	β (SE)	std.β (SE)
<i>Vorwissen Physik</i>	.061** (.013)	.197 (.042)
HZB	-.239** (.074)	-.158 (.049)
<i>Vorwissen. Mathematik</i>	.033** (.011)	.135 (.045)
Mathematiknote (letztes Schulzeugnis)	-.151** (.056)	-.128 (.047)
Physiknote (letztes Schulzeugnis)	-.147* (.064)	-.112 (.049)
<i>strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte</i>	.179* (.085)	.116 (.055)
Deutschnote (letztes Schulzeugnis)	-.086 (.052)	-.081 (.049)
Studiengang (Mono oder Lehramt)	<i>n. s.</i>	
<i>Studieninformiertheit</i>	<i>n. s.</i>	
<i>Kontinuierliche und selbstständige Lernplanung</i>	<i>n. s.</i>	
<i>Affinität für soziale Netzwerke</i>	<i>n. s.</i>	
Geschlecht	<i>n. s.</i>	

° tendenziell statistisch signifikant mit $p < .1$

*Statistisch signifikant mit $p < .05$

** statistisch signifikant mit $p < .01$

Die Variablen wurden absteigend nach dem Betrag des *std. β* , sortiert. Der Betrag gibt den jeweiligen Einfluss der Variable auf die Zielvariable an. Da sich die Schulnoten einschließlich der HZB sich mit sinkendem Wert verbessern, haben diese Regressionskoeffizienten ein negatives Vorzeichen.

6.2.2 Ergebnis 2: Hierarchisierte Regression innerhalb des SEM

Im zweiten Schritt wurde, basierend auf den Ergebnissen der Einzelregressionen, ein hierarchisiertes Regressionsmodell innerhalb eines SEM berechnet. Die Hierarchie der Hinzunahme der Prädiktoren ins Modell wurde durch die Ergebnisse der Einzelregressionen vorgegeben.

Tabelle 33: Ergebnis der hierarchisierten Probit-Regression innerhalb des SEM

	β (SE)	std. β (SE)
Punktsumme Physik	.051** (.015)	.163 (.048)
HZB	-.13 (.078)	-.081 (.049)

	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
	.98	.97	.022	.064

° tendenziell statistisch signifikant mit $p < .1$

*Statistisch signifikant mit $p < .05$

** statistisch signifikant mit $p < .01$

Die Punktsumme des Physikvorwissenstests bildet den stärksten Einzelprädiktor ($std. \beta = .197$ (vgl. Tabelle 32)) und wurde daher als erster Regressor ins Modell aufgenommen. In Kombination mit dem zweitstärksten Einzelprädiktor, der HZB, konnte eine signifikante Verbesserung des Aufklärungsbeitrags zum Studienerfolg erzielt werden (vgl. Tabelle 33).

Unter Hinzunahme weiterer Prädiktoren konnte keine signifikante Verbesserung des Modells erzielt werden. Die Korrelationstabelle (Tabelle 34) zeigt, dass die übrigen Prädiktoren, die je in der Einzelregression einen Aufklärungsbeitrag zum Studienerfolg leisten konnten, jeweils mittlere Varianzanteile mit der Punktsumme des Physikvorwissenstests und der HZB teilen. Nur der Faktor *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* korreliert gering mit beiden.

Tabelle 34: Korrelationstabelle

	Vorwissen Physik	HZB
<i>Vorwissen Physik</i>		-0.42
HZB	-0.42	
<i>Vorwissen Mathematik</i>	0.61	-0.49
Mathenote	-0.48	0.64
Physiknote	-0.37	0.5
<i>Strat. Lerngruppenplanung</i>	0.28	-0.08
Deutschnote	-0.22	0.53

Strat. Lerngruppenplanung: strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte

6.2.3 Ergebnis 3: Mittelwertvergleich der verbliebenen Einzelitems zwischen erfolgreich und nicht erfolgreich Studierenden

Diejenigen Items, die im Prozess der Modellbildung, Konsolidierung und Anwendung nicht mehr Teil des Modells sind, sollen an dieser Stelle betrachtet werden.

Da diese Einzelitems keine reliable Schätzung in Bezug auf den Studienerfolg zulassen, werden lediglich die Mittelwerte der Gruppen *latenter Dropout* und *aktiv Studierende* verglichen. Auf die Einbindung der Einzelitems in das SEM wird wegen der geringen Stichprobe verzichtet, um die Messgenauigkeit des Modells nicht noch stärker einzuschränken.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen werden in Tabelle 35 jeweils für Fach- und Lehramtsstudierende getrennt sowie zusammengefügt dargestellt. Aufgrund der hohen Anzahl an Einzelitems werden in Tabelle 35 nur diejenigen Items aufgeführt, die signifikant unterschiedliche Mittelwerte aufweisen. Von 101 geprüften Variablen haben nur sieben einen signifikanten Mittelwertunterschied aufgewiesen. Dabei wurde eine α -Fehlerkorrektur nach Bonferroni-Holm durchgeführt (Holm 1979). Es handelt sich hierbei um eine liberale Methode zur Fehlerkorrektur, die geteilte Varianzen nicht berücksichtigt. Daher sind die daraus resultierenden Ergebnisse vorsichtig zu interpretieren. Das korrigierte α -Niveau liegt in diesem Fall bei $\alpha = .007$.

Um keine Überinterpretation der Ergebnisse anzuregen, wird an dieser Stelle absichtlich auf die Darstellung der Effektstärke verzichtet. Es soll lediglich aufgezeigt werden, welche Inhalte mit einem Studienerfolg in Verbindung stehen könnten. Dies sollte in Folgeuntersuchungen genauer betrachtet zu werden. Ein Mittelwertvergleich der Subgruppen Lehramts- und Fachstudierende konnte nicht durchgeführt werden, da die Stichprobengröße hierzu nicht ausreichte. Trotzdem können der Tabelle 35 die jeweiligen Mittelwerte und deren Standardabweichungen entnommen werden, allerdings ohne Einschätzungen darüber, ob signifikante Differenzen bestehen.

Tabelle 35: Darstellung der Mittelwerte der möglicherweise relevanten Einzelitems

Themenbereich	Item	Mittelwerte Fach (SD)		Mittelwerte Lehramt (SD)		Mittelwerte Gesamt (SD)	
		Dropout N = 38	aktiv Stud N = 39	Dropout N = 23	aktiv Stud N = 16	Dropout N = 61	aktiv Stud N = 55
Sozialverhalten	Mir ist die Zusammenarbeit mit verschiedenen Studierenden zwecks Mitschriftenaustausch wichtig.	4.2 (1.4)	4.8 (0.9)	3.2 (1.4)	4.9 (1.0)	3.8 (1.4)	4.9 (0.9)
	Ich würde den Kontakt zu anderen Studierenden einschränken, und Sozialverhalten würde versuchen die Aufgaben allein zu lösen.	4.1 (1.4)	4.9 (1.0)	3.6 (1.2)	4.8 (1.4)	3.9 (1.4)	4.9 (1.1)
	Ich würde auf andere Studierende der gleichen Vorlesung zugehen und diese um Hilfe bitten.	4.1 (1.4)	4.4 (0.9)	3.3 (1.6)	4.5 (1.2)	3.8 (1.5)	4.4 (1.0)
Lernverhalten	Ich halte den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering.	4.2 (1.7)	4.7 (1.4)	3.2 (1.4)	4.8 (1.5)	3.8 (1.7)	4.7 (1.4)
	Ich lerne auf Verständnis.	5.3 (0.8)	5.5 (0.6)	4.6 (0.9)	5.4 (0.8)	5.0 (0.9)	5.5 (0.6)
	Ich hole mir regelmäßiges Feedback während der Erstellung der schriftlichen Hausarbeit von dem/der Betreuer*in ein.	3.4 (1.5)	3.9 (1.1)	3.2 (1.2)	4.1 (1.0)	3.3 (1.4)	4.0 (1.1)
	Ich hole mir Feedback zu meinen Zwischenschritten/Zwischenergebnissen.	3.8 (1.6)	4.4 (1.0)	3.6 (1.3)	4.4 (1.4)	3.7 (1.5)	4.4 (1.1)

Alle Mittelwertunterschiede bei der Gesamtkohorte liegen im korrigierten Signifikanzbereich mit $p < .007$.

Dropout = *latenter Dropout*; aktiv Stud = *aktiv Studierende*

6.3 Einordnung und Diskussion der Ergebnislage in Bezug auf die Forschungsfragen

Das Forschungsziel bestand darin, die Inputvariablen zu Studienbeginn in statistischen Zusammenhang mit dem Studienerfolg als Output in Verbindung zu setzen. Der Studienerfolg wurde als Verbleib bis zum Ende des dritten Semesters operationalisiert.

Hierzu wurde im Rahmen dieses Forschungsprojekts ein Testinstrument zur Erfassung kognitiver und nicht-kognitiver Faktoren, bestehend aus einem Vorwissenstest zu Mathematik und Physik und einem Testteil zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen entwickelt und in einem mehrstufigen Verfahren evaluiert.

Die erste Forschungsfrage lautete:

***FF 1** Welche der zu Beginn des Studiums gemessenen Faktoren haben einen Einfluss auf den Studienerfolg und können als Prädiktoren interpretiert werden?*

Ergebnis 1 (Kapitel 6.2.1) gibt Antwort auf diese Frage.

6.3.1 Interpretation und Diskussion zu Ergebnis 1: Einzelregressionen der Faktoren auf Studienerfolg

In Einzelregressionen konnten statistische Zusammenhänge der folgenden Variablen mit einem Studienerfolg in Form des Studienverbleibs in Verbindung gebracht werden (s. Tabelle 36):

Tabelle 36: Relevante Ergebnisse der einzelnen Probit-Regressionen⁹

Faktor- bzw. Variablenname	β (SE)	std. β (SE)
<i>Vorwissen Physik</i>	.061** (.013)	.197 (.042)
HZB	-.239** (.074)	-.158 (.049)
<i>Vorwissen Mathematik</i>	.033** (.011)	.135 (.045)
Mathematiknote (letztes Schulzeugnis)	-.151** (.056)	-.128 (.047)
Physiknote (letztes Schulzeugnis)	-.147* (.064)	-.112 (.049)
<i>strategische Lerngruppenplanung und Studienkontakten</i>	.179* (.085)	.116 (.055)
Deutschnote (letztes Schulzeugnis)	-.086 (.052)	-.081 (.049)

^o tendenziell statistisch signifikant mit $p < .1$

*Statistisch signifikant mit $p < .05$

** statistisch signifikant mit $p < .01$

Der β -Wert entspricht der Steigung der Wahrscheinlichkeitsverteilungskurve im Erwartungswert, also im Wendepunkt der Kurve. Er gibt an, inwieweit sich die Erfolgswahrscheinlichkeit ändert, wenn vom Erwartungswert aus eine Änderung um eine Einheit stattfindet.

Bezogen auf die HZB würde das bedeuten, dass eine Verbesserung der Note vom Erwartungswert ≈ 2 um eine Einheit auf ≈ 1 , also um eine ganze Note, die Erfolgswahrscheinlichkeit um ca. 24% steigert. Bei der Punktschuld des Physikvorwissenstests, bestehend aus 15 Aufgaben, genügt eine Steigerung von 10 auf 11 korrekt beantwortete Aufgaben, um die Erfolgswahrscheinlichkeit um ca. 6% zu erhöhen.

Der standardisierte Wert eignet sich zum Vergleich dieser Größen. Eine Steigerung der HZB von einer mittleren Note um eine Standardabweichung hat eine

⁹ Grundsätzlich ist für die Interpretation aller Ergebnisse anzumerken, dass die Stichprobengröße nicht ausreichte, um die Fach- und Lehramtsstudierenden getrennt voneinander auszuwerten und deren Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Gleichzeitig war die Stichprobe der Fachstudierenden ($N = 77$) größer als die der Lehramtsstudierenden ($N = 39$), was dazu führen kann, dass die Ergebnislage tendenziell eher in Richtung der Fachstudierenden zu interpretieren ist.

Erfolgssteigerung von ca. 16% zur Folge. Die Verbesserung des Physiktestergebnisses von einem mittleren Wert um eine Standardabweichung führt zu einer Studienerfolgswahrscheinlichkeitserhöhung um etwa 20%.

Am standardisierten Wert lässt sich ablesen, wie die Einflüsse der Variablen gegeneinander zu gewichten sind. Bei dieser Interpretation wird allerdings nicht berücksichtigt, dass es unterschiedlich schwierig sein kann, sich bei den verschiedenen Variablen um eine Standardabweichung zu verbessern. Dennoch ist der standardisierte Wert an dieser Stelle das einzige sinnvolle Maß, um die Gewichte der Variablen zu vergleichen.

Deutlich wird, dass sich hauptsächlich kognitive Faktoren als prädiktiv erwiesen haben. Auch in früheren Studien hat sich die besondere Relevanz von kognitiven bzw. fachlichen Dimensionen im Zusammenhang mit Studierfähigkeit und Studienerfolgen vielfach bestätigen lassen (Konegen-Grenier und Kuhlmann 2002).

Der stärkste Einzelprädiktor für einen Studienerfolg ist das *Vorwissen in Physik* mit einem standardisierten $\beta = .197$. Dieses Ergebnis ist vereinbar mit bereits bekannten Ergebnissen, die Zusammenhänge von fachbezogenen Wissens- oder Kompetenztests feststellen konnten (Müller 2019; Buschhüter et al. 2017; Sorge et al. 2016; Schachtschneider 2016; Freyer 2013).

Die HZB bildet mit einem standardisierten $\beta = -.158^{10}$ den zweitstärksten einzelnen Prädiktor für den Studienerfolg. Die hohe Bedeutung der HZB für einen Studienerfolg wurde so oft bestätigt, dass dieser Zusammenhang mittlerweile als konsensfähig betrachtet werden kann (vgl. Buschhüter et al. 2017; Sorge et al. 2016; Freyer 2013; Albrecht 2011; Blüthmann et al. 2008; Trapmann et al. 2007).

Ähnlich stark wie die HZB ist der Einfluss des *Mathematik Vorwissens* als Prädiktor mit dem $std.\beta = .135$. Der Zusammenhang von Vorwissen in Mathematik mit verschiedenen Studienerfolgskriterien im Physikstudium steht ebenfalls im Einklang mit bekannten Ergebnissen von beispielsweise Buschhüter et al. (2017) und Sorge

¹⁰ Die β -Werte der Schulnoten haben ein negatives Vorzeichen, da bessere Noten niedrigere Werte haben. Im Vergleich mit den anderen Prädiktoren, können die Beträge betrachtet werden.

et al. (2016). Den Erwartungen entsprechend korrelieren der Mathematik- und der Physikvorwissenstest im mittleren bis hohen Bereich von $r = .61$.

Die unumstrittene Relevanz mathematischer Vorkenntnisse spiegelt sich ebenso in der Bedeutung der Mathematiknote des letzten Schulzeugnisses mit einem *std. β* = $-.128$ wider. Ebenso zeigt die Physiknote des letzten Schulzeugnisses einen ähnlich hohen Zusammenhang zum Studienerfolg mit *std. β* = $-.122$. Vielfach konnte gezeigt werden, dass fachbezogenen Schulnoten in ihrem Einfluss auf den Studienerfolg etwas niedriger sind als die HZB (Spiel et al. 2006; Trapmann et al. 2007; Baron-Boldt 1989; Formazin et al. 2011; Meier 2003). Bei Sorge et al. (2016) lag der Effekt der Physiknote jedoch über dem der HZB. In der vorliegenden Studie können sie nicht scharf voneinander getrennt werden, allerdings scheint der Einfluss der HZB an dieser Stelle tendenziell höher.

Der Einfluss der Deutschnote des letzten Schulzeugnisses wird in der Einzelregression nur tendenziell signifikant mit $p < .1$ und einem standardisierten $\beta = -.081$. Auch an dieser Stelle wird ein bereits bekanntes Ergebnis repliziert (Albrecht 2011).

Auffällig ist, dass *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* das einzige Konstrukt ist, der sich aus dem Testteil zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen im Zusammenhang mit Studienerfolg als signifikant mit einem standardisierten $\beta = .179$ erwiesen hat. Der einzelne Einfluss dieses Konstrukts scheint bedeutsam. Steigt der Wert dieses Konstrukts um einen Punkt¹¹ in Bezug auf den Erwartungswert, so steigt die Erfolgchance um ca. 18%.

Das Konstrukt *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* bestand noch im CFA-Modell aus sieben Items. Aufgrund der schlechten Modellpassung und der geringen Faktorladungen bei der Anwendung auf die Kohorte dieser Analyse musste der Faktor auf drei Items reduziert werden, um interpretierbare Ergebnisse zu ermöglichen. Die noch im Faktor enthaltenen Items lauten:

¹¹ Bei den Items dieses Konstrukts handelt es sich um Fragebogenitems mit einer 6-stufigen Likertskala. Der Wert, der letzten Endes interpretiert wird, bildet vereinfacht gesagt den Mittelwert aus den nach der Faktorladung gewichteten Antworten.

Item 1: „Ich bilde Lerngruppen mit TeilnehmerInnen, von denen ich noch etwas lernen kann.“

Item 2: „Ich knüpfe und pflege Kontakte zu Mitstudierenden mit vergleichbaren Leistungen und fachlichen Interessen/Zielen.“

[SJT Einleitungstext für Item 3: Obwohl Sie bemüht sind, in einer Vorlesung die Themen inhaltlich richtig zu verstehen, gelingt Ihnen das nicht. Sie glauben, dass es den anderen Studierenden auch so geht, jedoch lässt der/die Dozierende durchblicken, dass man diese Themen schon können müsste. Daher gibt es von anderen kaum Nachfragen.]

Item 3: „Ich würde auf andere Studierende der gleichen Vorlesung zugehen und diese um Hilfe bitten.“

Aufgrund der Itemreduktion ist das inhaltliche Spektrum dieses Faktors stark homogenisiert. Eine Interpretation zu den Ursachen für die schlechte Passung der Items, die aus dem vorigen Faktor entfernt worden sind, wird im Kapitel zu den Limitationen der Ergebnisse (Kapitel 6.3.4) vorgenommen.

Alle drei Items beinhalten ein Streben danach, ‚profitable‘ Kontakte zu anderen Studierenden zu knüpfen.

Hierbei handelt es sich nur zum Teil um die soziale Integration der Studierenden in die Gruppe, wie sie im *Conceptual Schema for Dropout from College* nach Tinto (1975) oder im *Modell des Studienabbruchprozesses* nach Heublein et al. (2010) beschrieben wird. Allerdings bringen all diese Items noch eine weitere Facette mit sich, es ist die strategische Wahl sozialer Kontakte, von denen man etwas lernen bzw. vergleichbare Leistungen und Ziele oder Hilfe erwarten kann. Dieser Aspekt sticht in sehr ähnlicher Weise deutlich aus den Ergebnissen der Einzelitemanalyse hervor (s. Kapitel 6.3.3) und scheint sich damit inhaltlich durchzusetzen.

6.3.2 Interpretation und Diskussion zu Ergebnis 2: Hierarchisierte Regression im SEM

Die zweite Forschungsfrage lautete:

FF 2 Welche Prädiktoren weisen inkrementelle Validität über den besten Prädiktor hinaus auf?

Im hierarchisierten Regressionsmodell innerhalb der SEM zeigte sich, dass lediglich die Punktschme des Physikvorwissenstests in Kombination mit der HZB einem guten Modellfit standhält, wobei das Modell auch nur eine tendenziell signifikante Vorhersage mit $p < .1$ liefert (Tabelle 37).

Tabelle 37: Ergebnis der hierarchisierten Probit-Regression innerhalb des SEM

	β (SE)	std. β (SE)
Punktschme Physik	.051** (.015)	.163 (.048)
HZB	-.13 (.078)	-.081 (.049)

	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
	.98	.97	.022	.064

° tendenziell statistisch signifikant mit $p < .1$

*Statistisch signifikant mit $p < .05$

** statistisch signifikant mit $p < .01$

Eine Verbesserung der Punktschme des Physikvorwissenstests um einen Punkt in Kombination mit einer Steigerung der HZB um eine Note (jeweils bezüglich des Erwartungswerts) hätte eine Erfolgssteigerung um insgesamt 18% zur Folge. Würden die Verbesserungen je um eine Standardabweichung stattfinden, würde die Erfolgswahrscheinlichkeit insgesamt um 24% steigen (um etwa ein Viertel). In einer vergleichbaren Studie von Albrecht (2011) konnte die Verschlechterung der HZB um eine Note die Chance für eine Exmatrikulation im Vergleich zu einer Nicht-Exmatrikulation um den Faktor 8.75 vergrößern, bei einem Regressionskoeffizienten der logistischen Regression von $\beta = 2.17$. Wenngleich sich die Auswertungsmethoden und Stichproben von beiden Studien unterscheiden, wird dennoch ersichtlich, dass die Prognosekraft der HZB auf einen Studienerfolg bei Albrecht (2011) deutlich höher war als in dieser. Dies gilt auch für die Ergebnisse weiterer vergleichbarer Studien (z.B. Sorge et al. 2016; Schachtschneider 2016).

Dieses Ergebnis spricht dafür, dass die umständliche und fehleranfällige Stichprobenaufnahme dazu geführt haben kann, dass die Einteilung in *aktiv Studierenden* und *latenten Dropout* die reale Situation der Absolvierenden und Abbrecher*innen nicht gut abbildet. So kann es dazu gekommen sein, dass die tatsächlichen Effekte massiv unterschätzt werden, wie es das Ergebnis der HZB andeutet. Daraus lässt sich ableiten, dass auch eine Unterschätzung der anderen Effekte nicht auszuschließen ist und schwache bis mittlere Effekte überhaupt nicht aufgelöst werden konnten.

Sorge et al. (2016) betonen die besondere Relevanz einer breiten und fundierten Wissensbasis der Schulphysik für die Analyse und Anwendung konzeptuellen und prozeduralen physikspezifischen Wissens. Wenngleich bei Sorge et al. (2016) die Testergebnisse des Physikvorwissenstests keinen Aufklärungsbeitrag zum Studienverbleib leisten konnten, so konnten sie die Klausurergebnisse als einziger Prädiktor vorhersagen. Ähnliches gilt für die Ergebnisse von Buschhüter et al. (2017). Hier konnten weder die Testergebnisse des physikalischen Fachwissens noch der Physikkompetenz einen weiteren Aufklärungsbeitrag über die Mathematiktestergebnisse hinaus, bezüglich des Studienabbruches, erzielen. Jedoch konnte dort die Physikkompetenz Studienleistungen besonders gut vorhersagen (ebd.).

Die Ergebnisse dieser Arbeit weisen für das Vorwissen in Physik und in Mathematik jeweils vergleichbar hohe standardisierte β -Werte auf. In Kombination können beide Testteile keinen höheren Aufklärungsbeitrag leisten. Ebenso führte das Einfügen weiterer Faktoren in dieser Studie zu keinem höheren Aufklärungsbeitrag. Eine Ursache dafür kann in der Stichprobengröße ($N = 116$) liegen. Bereits für zwei Variablen im Strukturteil des Modells wäre eine Stichprobengröße von $N > 151$ empfohlen worden (Maxwell 2000). Dies führt dazu, dass eine höhere Modellkomplexität durch das Einfügen weiterer Variablen in die Regression keinen weiteren signifikanten Aufklärungsbeitrag leisten kann. Eine weitere Ursache können die Korrelationen zwischen den Variablen darstellen. Die HZB und die Punktschule Physik korrelieren je im mittleren Bereich ($> |.4|$ und $< |.7|$) mit mehreren weiteren Faktoren (Punktschule Physik, Punktschule Mathematik, Mathematiknote, Physiknote, Deutschnote), nur die Korrelation mit dem Faktor *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* ist mit beiden gering (vgl. Tabelle 34).

Da in der Studienerfolgs- und Studierfähigkeitsforschung vornehmlich die fachliche und kognitive Dimension fokussiert werden (Konegen-Grenier und Kuhlmann 2002), überrascht nicht, dass sich im SEM nur die HZB und das Ergebnis des Physiktests als Prädiktoren für den Studienerfolg durchsetzen konnten. Dadurch konnte die Bedeutsamkeit der HZB für ein erfolgreiches Studium erneut bestätigt werden (vgl. Trapmann et al. 2007). Somit stehen die Ergebnisse dieser Studie in einer Linie mit dem bereits bestehenden Forschungsstand (Freyer et al. 2014; Rach und Heinze 2013; Sorge et al. 2016; Buschhüter et al. 2017). Rach und Heinze (2013) konnten innerhalb der ersten Studienwochen einen Abfall des Fachinteresses im Mathematikstudium und eine Anpassung der Lernstrategien feststellen. Adaptive Verhaltensweisen innerhalb der Studieneingangsphase könnten

auch im Physikstudium eine Rolle spielen und eine plausible Erklärung für die geringe Prognosekraft der domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen sein und die Diskrepanzen der Faktormodelle zwischen der Validierungsstichprobe und der Hauptstudie erklären.

Gerade weil die Ergebnislage aufgrund verschiedener Umstände so aussagearm ausgefallen ist und sie sich gut ins Gesamtbild des zugrundeliegenden Forschungsstands einfügt, ist ein Zufallsergebnis sehr unwahrscheinlich und davon auszugehen, dass sich nur tatsächliche und starke Effekte durchgesetzt haben. Mittlere und kleine Effekte konnten jedoch in dieser Studie nicht aufgelöst werden. Da der Datensatz zum Testteil zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen nicht durch das evaluierte Modell dargestellt werden konnte und daher massiv gekürzt werden musste, können für diesen Teil Zufallsergebnisse allerdings nicht ausgeschlossen werden, wobei die auflösbaren Tendenzen hier trotzdem ernst genommen und in Folgestudien vertieft werden sollten.

6.3.3 Interpretation zu Ergebnis 3: Mittelwertvergleich der verbliebenen Einzelitems von *latentem Dropout* und *aktiv Studierenden*

Da es bei sehr vielen der gemessenen Variablen nicht möglich war, sie in ein hinreichend gut interpretierbares Messmodell zu übernehmen, wurden die Mittelwerte des *latenten Dropouts* mit denen der *aktiv Studierenden* verglichen. Wie bereits erwähnt sollen diese Vergleiche nicht in ihrer Ausprägung interpretiert werden, da die Reliabilitäten nicht geprüft werden können. Allerdings kann ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte einen guten Hinweis darauf liefern, dass es sich hierbei um eine interessante Größe in der Studienerfolgsmessung handeln kann. In Tabelle 38 sind ausschließlich die Items dargestellt, auf die das Kriterium eines signifikanten Mittelwertunterschieds zutraf. Angelehnt an Tabelle 21 aus dem Kapitel 5.5.3 zur Modellbildung wurden die Items in Themenbereiche strukturiert. Eine weitere Spalte beinhaltet die Ergebnisse des Expert*innenratings zur Selektion der relevanten Items (s. Kapitel 5.3).

Tabelle 38: Items mit signifikanten Mittelwertunterschieden und Expert*inneneinschätzungen

Themenbereich	Item	Mittelwerte Gesamt (SD)		Expert*inneneinschätzung 1= Misserfolg; 7 = Erfolg N = 145
		Dropout N = 61	aktiv Stud. N = 55	
Sozialverhalten	Mir ist die Zusammenarbeit mit verschiedenen Studierenden zwecks Mitschriftenaustausch wichtig.	3.8 (1.4)	4.9 (0.9)	1.0
	Ich würde den Kontakt zu anderen Studierenden einschränken und würde versuchen die Aufgaben allein zu lösen.	3.9 (1.4)	4.9 (1.1)	2.6
	Ich würde Studierende, die bereits das Grundpraktikum erfolgreich absolviert haben, aufsuchen und diese um Hilfe bitten.	3.8 (1.5)	4.4 (1.0)	5.7
	Ich halte den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering.	3.8 (1.7)	4.7 (1.4)	2.8
	Ich lerne auf Verständnis.	5.0 (0.9)	5.5 (0.6)	6.2
	Ich hole mir regelmäßiges Feedback während der Erstellung der schriftlichen Hausarbeit von dem/der Betreuer*in ein.	3.3 (1.4)	4.0 (1.1)	2.5
	Ich hole mir Feedback zu meinen Zwischenschritten/Zwischenergebnissen.	3.7 (1.5)	4.4 (1.1)	2.5
Lernverhalten				

Da von den 101 geprüften Variablen nur sieben einen signifikanten Mittelwertunterschied aufweisen, sollten diese Ergebnisse ernst genommen werden, wenn gleich auch an dieser Stelle zufällige oder durch möglicherweise polarisierende Itemformulierungen verzerrte, Ergebnisse denkbar wären.

Die sieben Items lassen sich in zwei Themenbereiche einordnen: *Sozialverhalten* und *Lernverhalten* (angelehnt an Thiel et al. (2008)). Drei der vier Items aus der Kategorie Sozialverhalten beziehen sich auf den Kontakt zu anderen Studierenden, eines auf den Kontakt zu den Dozierenden. Da in der Einzelregression die *strategische Lerngruppenwahl und Studierendenkontakte* der einzige relevante Faktor der domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen war, kann interpretiert werden, dass die Signifikanz der Mittelwertunterschiede dieser weiteren neun Items innerhalb dieses thematischen Zusammenhangs echte Hinweise darauf liefern, dass vor allem ‚zweckgebundene‘ Kontakte zu anderen Studierenden im Zusammenhang mit Lernarrangements einen Studienerfolg begünstigen können. Die Zweckgebundenheit zeigt sich insbesondere in folgendem Item „Ich würde den Kontakt zu anderen Studierenden einschränken und würde versuchen die Aufgaben allein zu lösen“. Es ist das einzige, das von einer Einschränkung von Studierendenkontakten spricht, welches bei der potenziell erfolgreichen Gruppe der *aktiv Studierenden* einen höheren Mittelwert hat als beim *latenten Dropout*. Der Inhalt dieses Items spiegelt eine strategische und zielorientierte Umgangsweise mit Kommiliton*innenkontakten wider. Ebenso zeigen die anderen Items, die im Zusammenhang mit Studierendenkontakten stehen, dass es bei diesen nicht um das Einfinden in eine soziale Struktur geht, wie es in verschiedenen Theorien beschrieben wird (Albrecht 2011; Heublein et al. 2010; Tinto 1975), sondern um eine kalkulierte Einbeziehen von Mitstudierenden zum Erfüllen der inhaltlichen Anforderungen. Diese Einschätzung deckt sich gut mit den Inhalten des Faktors *strategische Lerngruppenwahl und Studierendenkontakte*.

Das Item: „Ich halte den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering“, ist das einzige, das sich auf den Kontakt zu Dozierenden bezieht und dabei signifikante Mittelwertunterschiede aufweist. Inhaltlich ist dieses Item zum Faktor *Dozierendenkontakt* assoziiert, war aber nicht in diesem enthalten. Dieser Faktor, der Teil des CFA-Modells war, konnte nicht auf die neue Stichprobe übertragen werden. Allerdings wies auch keines seiner Items innerhalb der Einzelitemanalyse signifikante Mittelwertunterschiede auf.

Die Items aus der Kategorie Lernverhalten waren ebenso nicht Teil von Faktoren des CFA-Modells. Besonders überraschend ist, dass zwei der Items dieses Themenbereichs dem Itemblock zum Thema schriftliche Hausarbeiten entspringen. Dieser Itemblock wurde bereits in der Validierungsstudie aus der Auswertung ausgeschlossen. Die Teilnehmer*innen der bundesweiten Befragung zur Modell-

generierung und Konsolidierung hatten diesen Itemblock systematisch sehr wenig bearbeitet. Dies wurde dahingehend interpretiert, dass schriftliche Hausarbeiten in den ersten Semestern eines Physik Fach- und Lehramtsstudiums nur eine untergeordnete Rolle spielen und die Proband*innen diese Fragen wahrscheinlich nicht beantworten konnten. Somit wurden diese Items nicht Teil des Modells. Umso interessanter ist das Ergebnis, dass die Proband*innen der Hauptstichprobe diese Items genauso häufig beantwortet haben wie die anderen Items, es also keine überzufälligen Missings gab und dass gerade aus diesem Block, der ursprünglich aus sieben Items bestand, zwei Items im positiven Zusammenhang mit einem Studienerfolg zu stehen scheinen. Eine Erklärung für diesen Umstand könnte sein, dass die Studienanfänger*innen „schriftliche Hausarbeiten“ als „Übungszettel-Hausaufgaben“ missinterpretiert haben. „Ich hole mir regelmäßiges Feedback während der Erstellung der schriftlichen Hausarbeit von dem/der BetreuerIn ein“, und „Ich hole mir Feedback zu meinen Zwischenschritten/Zwischenergebnissen“, ähneln sich inhaltlich stark und scheinen im ersten Moment im Widerspruch zum Ergebnis des Items „Ich halte den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering“ zu stehen. Dort stand ein geringer Kontakt zu Dozierenden im positiven Zusammenhang mit Studienerfolg. Bei den zwei eben genannten Items steht der Kontakt zu Betreuer*innen während einer schriftlichen Hausarbeit im positiven Zusammenhang mit Studienerfolg. Allerdings handelt es sich hierbei um einen zweckmäßigen Dozierendenkontakt, der sich auf einen positiven und konstruktiven Umgang mit Feedback bezieht. Hierbei spielen *soziale Integration* keine, eventuell jedoch Aspekte der *akademischen Integration* (vgl. Heublein et al. 2010; Tinto 1975) eine Rolle. Vordergründig scheinen die beiden Items jedoch einen aktiven und progressiv zielorientierten Umgang mit Lernsituationen sowie eine konstruktive Kritikfähigkeit abzubilden, was mit der *Lernzielorientierung* nach Dweck (1986) assoziiert werden kann.

Die *Lernzielorientierung* ist eine relativ stabile und domänenübergreifende motivationale Orientierung, die der *Leistungszielorientierung* gegenübergestellt wird (Köller 1998). Lernzielorientierte Personen zeichnen sich dadurch aus, dass sie Lern- und Leistungssituationen als Möglichkeit sehen, die eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen zu erweitern (ebd.). Leistungszielorientierte Personen hingegen streben in Lern- und Leistungssituation an, ihre eigenen bestehenden Fähigkeiten unter Beweis stellen oder geringe Fähigkeiten zu verbergen (ebd.). Der lernzielorientierte Typus hat sich in der Literatur vielfach als der erfolgreichere von beiden herausgestellt (Köller 1998), weshalb ein Zusammenhang der erfolgsförderlichen Items der vorliegenden Studie mit den lernzielorientierten Tenden-

zen durchaus plausibel erscheint. Beide lernziel- und leistungszielorientierte Personen unterscheiden sich insbesondere im Umgang mit Misserfolgen. Leistungszielorientierte attribuieren Misserfolge mit eigener Unfähigkeit oder unveränderbaren Umständen und reagieren daher darauf mit Hilflosigkeit anstatt Bewältigungsstrategien (ebd.). Dieser Umstand könnte gerade im Physikstudium, welches als besonders anspruchsvoll gilt (Angell et al. 2004) und daher für viele Studierende Misserfolge mit sich bringt, von Bedeutung für den Erfolg oder Misserfolg sein. Inwieweit die Items dieses Instruments tatsächlich mit einer Lernzielorientierung in Zusammenhang stehen, müsste jedoch erst in einer weiteren Studie untersucht werden.

Damit zeichnet sich durch die Einzelitems, die im Zusammenhang mit dem Studienerfolg stehen könnten, ein konsistentes Bild ab. Ebenso fügt sich der einzige signifikant regressierende Faktor *strategische Lerngruppenwahl und Studierendkontakte* in dieses Bild ein. Es scheint, als könnte eine akademische Integration (Tinto 1975; Heublein et al. 2010), verknüpft mit der lernzielorientiert gesteuerten (Dweck 1986) sozialen Integration (Tinto 1975; Heublein et al. 2010) eine erfolgversprechende Adaption an den Studiengang Physik (Fach und Lehramt) darstellen. Die Ergebnisse deuten an, dass Studierende, die sich sehr kalkuliert und lernzielorientiert ins universitäre System einfügen und dabei profitable Kontakte zu Kommiliton*innen suchen, im Physik Fach und Lehramtsstudium erfolgreicher studieren könnten.

Allerdings könnte es sich bei der Datenauswahl um eine Positivselektion handeln, da nur der Anteil der Studierenden befragt wurde, der an den Vorlesungen teilnahm. Hierbei handelt es sich offensichtlich eher um Personen, die sich an die Studienstruktur anpassen.

Die letzte Spalte der Tabelle 38 zeigt die Einschätzungen der Expert*innen ($N = 145$), die in einem der ersten Validierungsschritte vorgenommen wurden (Kapitel 5.3). Dabei wurden Expert*innen der Studiengänge Physik und Physik Lehramt mithilfe eines Onlineinstruments befragt, inwieweit sie bestimmte Verhaltensweisen während des Studiums für erfolgversprechend oder misserfolgversprechend einordnen. Rückblickend lässt sich anhand der Ergebnislage die Einschätzung der Expert*innen bewerten. Interessanterweise lässt sich anhand dieser Ergebnisse kein eindeutiges Bild erkennen. Teilweise entsprechen die Mittelwertunterschiede den Expert*inneneinschätzungen, teilweise sind sie konträr. Das Gesamtbild erscheint eher zufällig. Aus diesem Nebenergebnis lässt sich schlussfolgern, dass Expert*innenmeinungen nicht maßgeblich valide interpretierbare

Einschätzungen liefern und daran anknüpfende Untersuchungen empfehlenswert sind.

6.3.4 Limitationen des Studiendesigns und der Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bringen Limitationen mit sich, die im Folgenden dargestellt und diskutiert werden:

Stichprobe: Wie in Kapitel 6.1 deutlich wurde, konnte keine Vollerhebung erreicht werden. Zum ersten Erhebungszeitpunkt wurden 67% der offiziell eingeschriebenen Erstsemesterstudierenden befragt, zum zweiten 56%. Die Einschreiber*innenzahlen der entsprechenden Physikstudierendenkohorte (nur Fachstudierende) konnten anhand der Universitätsdaten nachvollzogen werden und sind in der Abbildung 40 dargestellt. Hier fällt auf, dass der Anteil der Physikstudierenden an der FU Berlin, die das Studium nach dem ersten Semester verlassen, deutlich höher als der bundesweite Durchschnitt und damit höher als erwartet ist. An diesem Standort, oder zumindest für diese Kohorte, findet genauso viel Schwund während der ersten beiden Semester (38%) wie in dem Zeitraum nach dem zweiten Semester statt (38%). Im bundesweiten Schnitt sind es nur knapp 22% (vgl. Abbildung 3, Kapitel 1.1). Da in der Schwundgruppe innerhalb der ersten beiden Semester die Parkstudierenden enthalten sind, ist die Anzahl der Spätabbrecher*innen wider Erwarten sogar erheblich größer als die der Frühabbrecher*innen. Möglich wäre auch, dass es sich an diesem Standort bei vielen der Spätabbrecher*innen um die eigentlichen Parkstudierenden handelt, die über einen längeren Zeitraum eingeschrieben bleiben, ohne dabei aktiv zu studieren. Dies würde die geringe Erhebungsquote von 56% zum zweiten Erhebungszeitpunkt und die gute Passung der Ergebnislage mit dem bekannten Forschungsstand erklären. Da die Effekte der Prädiktoren deutlich schwächer als erwartet ausfielen, ist jedoch anzunehmen, dass die Kategorisierung in *aktiv Studierende* und *latent Dropout* die realen Verhältnisse zwischen Abbrecher*innen und künftig Absolvierenden nicht sehr präzise widerspiegelt. In diesem Fall wäre ein studienbegleitendes Tracking der Kohorte hilfreich gewesen, um die Aktivitäten der Studierenden zu überprüfen damit die Erhebungslage realistischer eingeschätzt werden kann. Dies war jedoch aus Gründen des Datenschutzes nicht möglich.

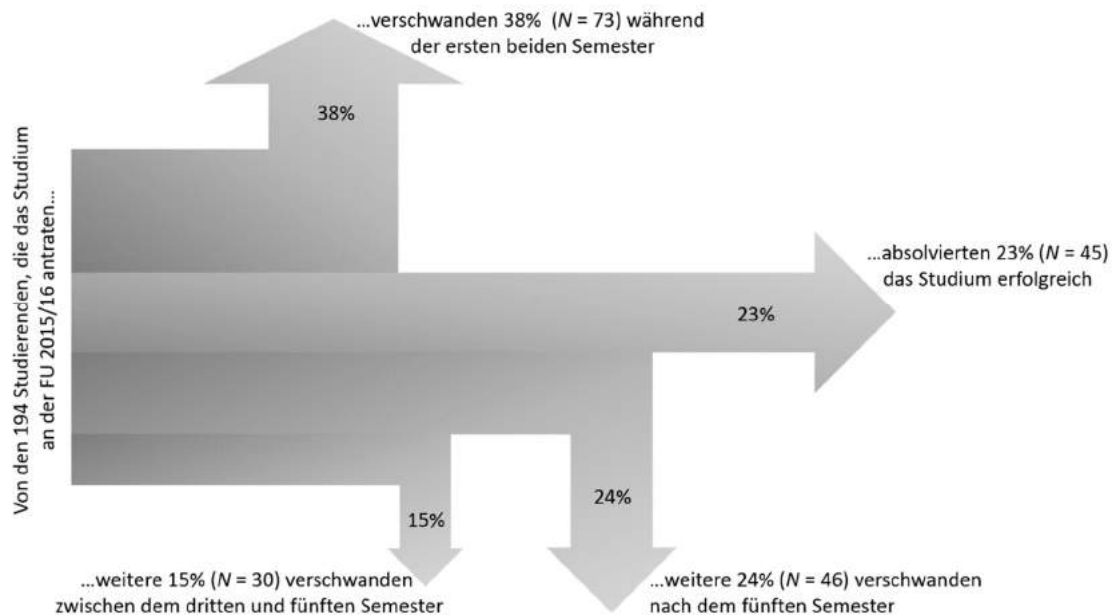


Abbildung 40: Darstellung der Physikstudierendenzahlen¹² des Jahrgangs 2015/16 an der FU Berlin

Testinstrument: Insbesondere der Übertrag des konsolidierten Faktormodells auf die Stichprobe der Hauptkohorte führte zu massiven Einschränkungen bei der Auswertung der Daten. Beim Studiendesign wurde davon ausgegangen, dass die Stichprobe, an der das Modell entwickelt und konsolidiert wurde (Kapitel 5.5 und 5.6), der für die Hauptstudie vorgesehenen Stichprobe so ähnlich ist, dass eine Testevaluation auf diesem Wege möglich ist. Die Modellpassung im zweiten Einsatz macht jedoch deutlich, dass diese Annahme wahrscheinlich falsch war. Das Modell, das anhand der ersten Stichprobe evaluiert wurde, kann so wie es ist, nicht auf die neue übertragen werden. Worin diese massive Diskrepanz besteht, ist nur schwer nachzuprüfen, es können aber mehrere Fehlerquellen in Betracht gezogen werden. Von einem Standortphänomen ist eher nicht auszugehen, da in der Evaluationsstichprobe ebenfalls ein großer Anteil von Studierenden der FU Berlin vertreten war, dieser aber mit dem Modell kompatibel war. Ein Zufallsergebnis kann selbstverständlich nie ausgeschlossen werden, würde an dieser Stelle jedoch

¹²Bei den Absolvent*innen handelt es sich um diejenigen, die innerhalb der Regelstudienzeit \pm 2 Semester das Studium abgeschlossen haben.

wenig plausibel erscheinen, da die Ergebnisse, die erzielt werden konnten, zumindest erwartungsgemäß ausfielen.

Eine mögliche und plausible Erklärung wäre, dass der Zeitpunkt des Studiums, an dem sich die Proband*innen bei der Erhebung befanden, entscheidend war. Bei der Evaluationsstichprobe handelte es sich um Studierende von verschiedenen Hochschulen die sich am Ende des zweiten Studienseesters befanden. Hierbei handelte es sich um den frühestmöglichen Zeitpunkt innerhalb des Studiums, an dem die Erhebung realisiert werden konnte¹³. Bei den Proband*innen des ersten Einsatzes des fertigen Instruments handelte es sich hingegen um Studierende, die sich in der ersten Studienwoche des ersten Semesters befanden. Die unterschiedlichen Antwortverhalten beider Gruppen könnten zur Ursache haben, dass die Proband*innen der zweiten Erhebung möglicherweise keinerlei oder nur wenig Erfahrung mit dem universitären System hatten, die andere Kohorte hingegen schon. Diese These wird dadurch gestützt, dass die Items zum Themenblock *schriftliche Hausarbeiten* von der Evaluationskohorte systematisch weniger beantwortet worden sind als von der zweiten Kohorte. Der Erklärungsansatz für dieses Phänomen war die Missinterpretation der Studienanfänger*innen des Begriffs „schriftliche Hausarbeiten“ als Hausaufgaben generell oder die Bearbeitung von Übungszetteln. Aus der Schulzeit ist das Konzept des Anfertigen längerer schriftlicher Hausarbeiten weitgehend unbekannt. Unter dem Begriff Hausarbeit könnte daher eher eine kurzfristige Hausaufgabe, ähnlich wie in der Schule ge- deutet worden sein. Der gleiche Deutungsansatz scheint bei der Selektion der Items ebenso plausibel, da Studienanfänger*innen des Physikstudiums oft nur ungenaue Vorstellungen über das Studium haben (Haase 2005). Die Antworten der Proband*innen könnten sich also auf Erfahrungen und Einstellungen beziehen, die sie aus der Schulzeit kennen oder auf unklare Bilder, die sie vom universitären Leben haben.

Bei dem Konstrukt *Studieninformiertheit* fiel das Item „Ich habe meine eigenen Kompetenzen und Fähigkeiten mit den Anforderungen des Studiums abgeglichen“ trotz seiner inhaltlichen Nähe zu den anderen Items des Faktors weg (vgl.

¹³ Eine Verschiebung auf den Beginn des folgenden Jahrgangs hätte zur Folge gehabt, dass die Haupterhebung erst ein Jahr später durchgeführt und damit nicht im Rahmen der Projektlaufzeit abgeschlossen hätte werden können.

Kapitel 6.2.1). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich Studienanfänger*innen, ohne bereits Erfahrung mit dem Hochschulsystem gemacht zu haben, nicht in der Lage fühlen, einen Kompetenz-Anforderungsabgleich durchzuführen. Die anderen Items, die dem Faktor erhalten geblieben sind, fragen hingegen nur nach der Auseinandersetzung mit den Anforderungen des Studiums, dem eigenen Interesse und den eigenen Fähigkeiten.

Das Konstrukt *kontinuierliche Lernplanung* wurde um das Item „Einplanung von Vor- und Nachbereitungszeit“ reduziert. Hier könnte die fehlende Erfahrung darüber, inwieweit eine Einplanung von Vor- und Nachbereitungszeiten im Studium nützlich oder angemessen wären, dazu geführt haben, dass dieses Item nicht nach der Systematik der Validierungskohorte beantwortet worden ist.

Im dritten Konstrukt *eigenständige Lernplanung* konnte das Item „Eine eigene Strukturierung/Aufbereitung der Inhalte, z.B. aus Vorlesungsmaterialien, Büchern..., ist mir wichtig“, nicht wiedergefunden werden. Eine mögliche Ursache dafür kann sein, dass auch hier das aus der Schule weitgehend unbekanntes Konzept der selbstständigen Aufbereitung der Inhalte aufgegriffen wird. Eine andere, an dieser Stelle auch plausible Ursache wäre, dass den Proband*innen nicht klar war, ob sich „eigene Struktur“ auf ihr eigenes Lernverhalten oder auf das Lehrverhalten der Dozierenden bezog. Eine Kombination aus beiden Gründen wäre ebenfalls denkbar. Im Rahmen der kognitiven Interviews (Kapitel 5.4) war dieses Item von allen Befragten als eindeutig aufgefasst worden. Allerdings waren auch die Proband*innen der Interviews selbst Studierende des Bachelorstudiengangs und mit dem Hochschulsystem vertraut. Wären die kognitiven Interviews mit Schüler*innen durchgeführt worden, wären solche Unstimmigkeiten eventuell schon eher aufgefallen und eine entsprechende Anpassung der Items noch möglich gewesen.

Bei dem Konstrukt *Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt* fielen drei von sieben Items heraus. Hierbei fand eine Einschränkung auf diejenigen Items statt, die ein Streben nach profitablen Studierendenkontakten beinhalteten. Daher wurde der Faktor umbenannt in *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte*. Die in dem Faktor verbliebenen Items weisen Aspekte auf, die mit der Lernzielorientierung nach Dweck (1986) assoziiert werden können. Ob und warum sich hier vermeintlich ein viel allgemeineres Konstrukt durchgesetzt hat, kann an dieser Stelle nicht abschließend geklärt werden. Jedoch könnte auch hier die Unbekanntheit der strukturellen Notwendigkeit der Lerngruppenbildung im

Physikstudium zu unsystematisch verzerrtem Antwortverhalten der Proband*innen geführt haben. Daher erscheint es plausibel, dass sich stabile motivationale Orientierungen, wie hier möglicherweise die Lernzielorientierung, im Antwortverhalten der Proband*innen, durchgesetzt haben.

Insbesondere in der Betrachtung des Konstrukts *Dozierendenkontakt* scheint die hier dargelegte Interpretation für die schlechte Passung der Daten auf das CFA-Modell besonders überzeugend. Studienanfänger*innen können schwer die Rolle der Dozierenden für sie als Studierende einschätzen. Hier kann möglicherweise eine Dissonanz zwischen ihren Erfahrungen mit Lehrer*innen als vertraute Ansprechpartner*innen und einer möglicherweise verzerrten Vorstellung von ‚unnahbaren‘ Professor*innen zu unsystematischen Antworten führen.

Das Konstrukt *Affinität für soziale Netzwerke* bezieht sich auf das Nutzungsverhalten von Social Media. Das Item „Ich nutze mein Handy privat, auch während universitärer Veranstaltungen“, passte bei der Anwendung auf die Studienanfänger*innenkohorte nicht mehr zu den übrigen. An dieser Stelle könnten sowohl gute Vorsätze zu Studienbeginn, als auch sozial erwünschtes Antwortverhalten Ursachen dafür sein.

Beim letzten Konstrukt (*unbekümmerte Passivität*) konnten gar keine Zusammenhänge zwischen den Items bei der Anwendung auf den Studienanfänger*innendatensatz gefunden werden. Hierbei handelt es sich um drei Items, die sich jeweils auf schwierige Studiensituationen beziehen (Überforderung beim Lernen) und ein passives Verhalten als Reaktion darauf („Ich würde gar nichts tun, da es normal ist, sich im ersten Semester überfordert zu fühlen“, „Ich würde mir keine Sorgen machen, da die anderen es auch nicht verstehen“, „Ich würde mir keine Sorgen machen, da ich die Inhalte später für die Prüfung lerne“). Auch an dieser Stelle scheint das Argument der Unbekanntheit des Hochschulsystems überzeugend zu sein. Da fast 90% der Proband*innen angaben, dass es sich bei Physik um ihren Studienwunsch handelte und sie im Mittel gute Schulnoten in den relevanten Fächern hatten (HZB = 2.0 (.6 SD), Mathematiknote = 1.9 (.8 SD) und Physiknote = 1.7 (.8 SD)), haben vermutlich die wenigsten der Befragten Erfahrungen mit Überforderung in Physik gesammelt. Daher könnte die Konfrontation mit der Frage nach einer fiktiven Überforderung zu Unverständnis oder unrealistischen Einschätzungen geführt haben.

Die Selbsteinschätzung zu geplanten Verhaltensweisen während des kommenden Studiums kann also aufgrund der Unkenntnis der Bedingungen von den tatsächlichen abweichen. Hinzu kommt, dass sich die Verhaltensweisen innerhalb

der ersten Semester stark ändern können und sich an die Anforderungen und Strukturen anpassen (Rach und Heinze 2013; Albrecht 2011). Dies könnte darauf hinweisen, dass innerhalb der domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen der Einfluss während des Studiums oft größer ist als der Effekt während des Studienantritts.

Die große Diskrepanz zwischen den Validierungstichproben und der Zielgruppe hätten durch den Einbezug von Schüler*innen in die verschiedenen Evaluations-schritte aufgedeckt werden können, um möglicherweise Konstrukte zu allgemeineren Verhaltensweisen zu erfassen. Daher wäre es nun notwendig, die Inhalte des Testteils zu nicht-kognitiven Variablen an die Stichprobe der Studienanfänger*innen durch wiederholte Evaluationsschritte anzupassen.

Des Weiteren können generell Verzerrungseffekte durch Selbsteinschätzungen und soziale Erwünschtheit nicht ausgeschlossen werden (Bühner 2006). Um diese Problematik genauer zu ergründen, wäre es zum einen sinnvoll, Vorstellungen von Studienanfänger*innen zu oder vor Beginn des Studiums zum Studiengang und zu den Studienstrukturen qualitativ zu untersuchen, die Quellen dieser Vorstellungen zu identifizieren und mit bereits Studierenden zu vergleichen. Generell wäre es empfehlenswert, bereits während der Schulzeit realistische Einblicke in verschiedene Studiengänge zu ermöglichen. Zum anderen müsste in einem Längsschnitt erfasst werden, inwieweit die geplanten Verhaltensweisen mit den tatsächlichen während des Studiums übereinstimmen. Dieser Schritt wäre innerhalb der vorliegenden Studie notwendig gewesen, konnte allerdings wegen der mangelnden Bereitschaft an der Testteilnahme nicht durchgeführt werden.

Ein weiteres Problem, das beim Studiendesign unterschätzt wurde, war der Fokus auf die eigene Universität. Hierdurch konnte keine hinreichend große Stichprobe generiert werden, die für eine quantitative Messung notwendig ist. Dies schlägt sich in der Ergebnislage nieder. Ein Übertrag auf weitere Universitäten wäre an dieser Stelle hilfreich gewesen und hätte den Einfluss von Standorteffekten abgeschwächt. Außerdem hätten größere Stichproben eine getrennte Auswertung zwischen Lehramts und Fachstudierenden ermöglicht.

Externe Bedingungen: Die geringe Bereitschaft, Lehrveranstaltungszeit in die Teilnahme an Studien zu investieren, sowohl von Dozierenden als auch von den Studierenden selbst, erzwang eine massive Ökonomisierung der Instrumente. Dies hatte zur Folge, dass bereits bestehende Testinstrumente zur Kreuzvalidierung nicht eingesetzt werden konnten und Begleitstudien verhindert wurden.

Nicht einmal Begleitvariablen, die ursprünglich zur Studienerfolgsmessung geplant waren, konnten erfasst werden. An dieser Stelle wäre eine Ausweitung der Stichprobe auf weitere Hochschulen sinnvoll gewesen, um eine größere Zahl an befragungsbereiten Studierenden und Dozierenden zu erreichen.

Zum zweiten Erhebungszeitpunkt, bei dem der Studienverbleib gemessen wurde, sollten ebenfalls Skalen zur Studienzufriedenheit sowie Modulnoten erfasst werden. Hierdurch hätte ein differenzierteres Bild vom Studienerfolg gezeichnet werden können. Da sich viele Studierende weigerten, trotz Aufwandsentschädigung mehr als den Personencode und das Studiensemester sowie den Studiengang anzugeben, reichten die Daten zu Modulnoten und Studienzufriedenheit nicht zu einer Auswertung aus. Des Weiteren verringerte die geringe Beteiligungsbereitschaft die Stichprobengröße, was zu einer geringeren Messgenauigkeit führte und einige statistische Verfahren zur Datenauswertung nicht möglich machte. Eine Stichprobenvergrößerung in Form einer Zielgruppenerweiterung, wäre auch an dieser Stelle sinnvoll gewesen. Zusätzlich wäre das Begleiten der Studierenden über einen längeren Zeitraum als drei Semester sowie mehrerer Jahrgänge zur gleichen Zeit für die Messgenauigkeit von Vorteil gewesen. Jedoch ist ein Projekt dieses Umfangs im Rahmen einer einzelnen Dissertationsarbeit nicht umsetzbar.

Die Datenschutzrichtlinien an Berliner Hochschulen lassen keinerlei Einblick in Hochschulstatistiken zu. Dies führte dazu, dass unsensible Daten, wie der Studienverbleib, nicht einfach ermittelt werden konnten, sondern in extrem aufwändigen Verfahren mit großen Fehlerquellen geschätzt werden mussten.

Zusammenfassend lässt sich jedoch festhalten, dass durch den Einsatz dieser Studie erneut bestätigt werden konnte, dass sich die HZB in Kombination mit einem fachbezogenen Vorwissenstest am besten zur Vorhersage von Studienerfolg eignet.

Generell eignet sich das Testheft allerdings nicht als Einzeldiagnoseinstrument zur Vorhersage von Studienerfolg. Die regressiven Zusammenhänge, die festgestellt werden konnten, basieren auf der Auswertung der Gesamtkohorte und lassen daher keine Diagnostik für Einzelpersonen zu, die Tests sind daher nicht zum Einsatz als Studieneingangstest anwendbar.

Nur der Faktor *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* konnte in seiner reduzierten Version einen Einfluss auf den Studienerfolg verzeichnen, ebenso wie sieben Einzelitems. Die Aspekte, die auf Kontakte zu ande-

ren Studierenden abzielten, beschrieben weniger ein Streben nach *sozialer Integration*, die bereits als studienerefolgsrelevant identifiziert worden ist (Tinto 1975; Heublein et al. 2010), sondern weisen große Ähnlichkeit zu lernzielorientierten Verhaltensweisen auf. Hieraus ließe sich ableiten, dass für Physikstudierende vor allem kognitive Voraussetzungen gepaart mit lernzielorientierten Einstellungen von Vorteil sein könnten. Um genauere Aussagen diesbezüglich treffen zu können, müssten jedoch weitere Studien angeschlossen werden.

6.3 Einordnung und Diskussion der Ergebnislage in Bezug auf die Forschungsfragen

7 Zusammenfassung und Ausblick

Im Zuge der vorliegenden Forschungsarbeit wurde bezugnehmend auf die auffallend hohen Studienabbruchquoten im Fach und Lehramt Physik ein Testinstrument entwickelt und in mehrstufigen Verfahren evaluiert, das domänenspezifische Konstrukte zu Beginn des Studiums misst, um diese mit einem anschließenden Studienerfolg in Zusammenhang zu bringen. Das Vorgehen zielte darauf ab, kognitive und nicht-kognitive Prädiktoren zu identifizieren, die speziell im Fach und Lehramt Physik Studienerfolg frühzeitig vorhersagen können.

Das im Rahmen der Forschungsarbeit entwickelte Testinstrument besteht aus zwei Teilen, einem fachbezogenen Vorwissenstest, der für den Studienanfang relevantes, schulisches Vorwissen in Mathematik und Physik misst, sowie einem Test zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen.

Für den Vorwissenstest wurden zunächst Aufgaben konzipiert, die studiengangrelevante Inhalte erfragen, die mit dem Schulwissen von Studienanfänger*innen lösbar sind. In zweifacher Pilotierung ($N_1 = 313$, $N_2 = 164$) wurden diese Aufgaben bei Studienanfänger*innen eingesetzt und in einer Rasch-Analyse hinsichtlich ihrer Eignung als Messinstrument untersucht und entsprechend überarbeitet. Daraus resultierte ein Testteil aus 15 Physik- und 16 Mathematikaufgaben, die sich zur Messung von Vorwissen eignen.

Als Grundlage zur Entwicklung des Testteils zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen, wurden bereits bestehende, studiengangcharakterisierende Items hinsichtlich ihrer aktuellen Relevanz für den Studiengang selektiert und überarbeitet. Innerhalb einer Expert*innenonlinebefragung ($N = 145$) wurden die Items in Hinblick auf ihre Bedeutsamkeit für einen Studienerfolg eingeordnet und entsprechend selektiert. Die resultierenden Items wurden sowohl explorativ ($N = 251$) als auch konfirmatorisch ($N = 247$) faktoriell analysiert um dahinterliegende Konstrukte zu identifizieren. Hierzu wurde der Fragebogen bei Studierenden an 14 Standorten eingesetzt. Die strukturelle Analyse der Items ergab, dass sich nur wenige Items zu Konstrukten zusammenfassen ließen, die jedoch ein gut messendes, achtfaktoriges Modell ausmachten.

Das evaluierte Testinstrument wurde bei Studienanfänger*innen des Fachs und Lehramts Physik ($N = 116$) zum Einsatz gebracht. Nach drei Semestern wurde

überprüft, welche Proband*innen noch aktiv studieren. Beide Gruppen: die Studierenden, die nach drei Semestern als aktiv studierend identifiziert werden konnten (*aktiv Studierende*) und die, die nach drei Semestern nicht aufgefunden werden konnten (*latenter Dropout*), bildeten die Zielvariable (Studienerfolg). In Einzelregressionen, einem SEM und Mittelwertvergleichen wurden die Daten ausgewertet.

Der Instrumenteneinsatz ergab wenig neue Ergebnisse. Zwar konnten bekannte Ergebnisse reproduziert werden, indem sich der Vorwissenstest in Kombination mit der HZB als bester Prädiktor für den Studienverbleib herausstellte, jedoch konnten keine aussagekräftigen domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen als erfolgsrelevant identifiziert werden. Lediglich ein Konstrukt, nämlich *strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte* konnte positiv mit dem Studienverbleib in Verbindung gebracht werden.

Die Ursachen für die schwache Ergebnislage werden in der Stichprobe und im Studiendesign vermutet. Zum einen ist die Stichprobe eher klein ($N = 116$), was keine genaue Messung und keine komplexen Modellierungen ermöglicht. Gleichzeitig kann die Stichprobe aufgrund ihrer übergroßen und unerwartet verteilten Schwundquote als untypisch bezeichnet werden, was zu einer unrealistischen Einschätzung der potenziell erfolgreich Studierenden geführt hat. Zum anderen konnte das im Vorfeld an einer Studierendenkohorte evaluierte Faktormodell nicht auf die Stichprobe der Studienanfänger*innen angewendet werden. Die schlechte Modellpassung kann auf die Wahl der Evaluationsstichprobe zurückgeführt werden. Hierbei handelte es sich um Studierende des Fachs und Lehramts Physik im Bachelorstudiengang. Bei der Zielstichprobe handelte es sich jedoch um Studienanfänger*innen direkt zu Beginn des Studiums, die daher keinerlei Erfahrungen mit dem Hochschulsystem aufwiesen.

Die Analyse der Einzelitems ergab, dass sich die beiden Gruppen *latenter Dropout* und *aktiv Studierende* nur in sehr wenigen Aspekten unterscheiden ließen. Diese Items liefern Hinweise darauf, welche Aspekte sich für die Studienerfolgsprognose in Physik eignen können. Insbesondere lernzielorientierte Verhaltensweisen im Zusammenspiel mit strategischen Kontakten zu anderen Studierenden zeigen sich als erfolgsversprechend.

In seiner vorliegenden Form eignet sich das Instrument nicht zur Diagnostik eines zukünftigen Studienerfolgs von Einzelpersonen. Um zuverlässigere Ergebnisse auf der Basis dieses Instruments zu erzielen, müsste zumindest der Testteil zu domänenspezifischen erfolgskritischen Verhaltensweisen und Einstellungen weiteren

Evaluationsschritten unterzogen werden. Hierfür würde es sich anbieten, die Stichprobe sowohl aus Schüler*innen, als auch aus Studierenden zusammenzusetzen, um Skalen ableiten zu können, die sowohl für Studienanfänger*innen als auch für Studierende innerhalb des Studiums sinnvoll interpretierbare Ergebnisse liefern können. Hierfür müsste eine deutlich größere Stichprobe generiert werden. Im Zuge der Skalenbildung wäre ein zirkuläres Vorgehen zur Vermeidung vieler Einzelitems durch die Entwicklung passender Skalen sinnvoll.

Da sich jedoch in der bereits durchgeführten Testung nur wenige Items als vielversprechend herausgestellt haben und bei den meisten keine Gruppenunterschiede aufgelöst werden konnten, wäre eine Fokussierung auf die vermutlich relevanten Bereiche in Folgestudien empfehlenswert.

Die Ergebnisse geben Hinweise auch darauf, dass es weniger eine allgemeine soziale Integration ist, die zum Studienerfolg führt, als ein Einsatz zielorientierter Kontakte zu anderen Studierenden sowie weitere lernzielorientierte Einstellungen zum Erfüllen des Studienziels. Eine Kreuzvalidierung mit bestehenden Skalen zur Lernzielorientierung wäre ein anzustrebender nächster Schritt.

Da die Items, die eher auf die allgemeine soziale Integration abzielen, keine auflösbaren Effekte aufweisen, wäre es vielleicht sogar denkbar, dass sich antisoziale Einstellungen möglicherweise in diesem Studiengang als Erfolgsprädiktoren erweisen könnten. Hierzu müssten gezielt Skalen entwickelt werden, die zielstrebige Einstellungen als Zusammenspiel aus kalkulierten Strategien im Umgang mit Dozierenden, Kommiliton*innen und dem Lernverhalten erfassen. Gerade antisoziale Einstellungen und Verhaltensweisen könnten sich als sozial unerwünschte Eigenschaften schwer messen lassen. Trotzdem wäre eine vertiefende Forschung in diese Richtung wünschenswert.

Literaturverzeichnis

Abbott, Mike G. (2013): Marginal Effects in Probit Models: Interpretation and Testing. ECON 452* --NOTE 15. Queen's Economics Department. Vorlesungsmaterial.

AERA; APA; NCME (2014): Standards for Educational and Psychological Testing. Washington, USA: American Educational Research Association.

Albrecht, André (2011): Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik. Dissertation. Freie Universität Berlin.

Albrecht, André; Nordmeier, Volkhard (2011): Ursachen des Studienabbruchs in Physik. Eine explorative Studie. In: *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung* (20/2), S. 131–145.

Alters, Brian J. (1995): Counseling physics students: A research basis. In: *The Physics Teacher* 33 (6), S. 413–415. DOI: 10.1119/1.2344254.

Angell, Carl; Guttersrud, Østein; Henriksen, Ellen K.; Isnes, Anders (2004): Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. In: *Sci. Ed.* 88 (5), S. 683–706. DOI: 10.1002/sce.10141.

Anger, Christina; Koppel, Oliver; Plünnecke, Axel (2014): MINT-Herbstreport 2014. MINT- Attraktive Perspektiven und demografische Herausforderung. Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall.

Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2016): Bildung in Deutschland 2016. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag. Online verfügbar unter <http://www.open.org/search?identifizier=640941>.

Baron-Boldt, Jutta (1989): Die Validität von Schulabschlussnoten für die Prognose von Ausbildungs- und Studienerfolg. Eine Metaanalyse nach dem Prinzip der Validitätsgeneralisierung. Frankfurt am Main, New York: P. Lang (Europäische Hochschulschriften, 280).

Baron-Boldt, Jutta; Schuler, Heinz; Funke, Uwe (1988): Prädiktive Validität von Schulabschlußnoten: Eine Metaanalyse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 2 (2), S. 79–90.

Bentler, Perter M. (2006): EQS 6 Structural Equations Program Manual. University of California. Online verfügbar unter <http://www.econ.upf.edu/~satorra/Course-SEMVienna2010/EQSMANUAL.pdf>, zuletzt geprüft am 01.09.2019.

Berthold, Christian; Jorzik, Bettina; Meyer-Guckel, Volker (2015): Handbuch Studienerfolg. Strategien und Maßnahmen: Wie Hochschulen Studierende erfolgreich zum Abschluss führen. neue Ausg. Essen, Ruhr: Verwaltungsgesellschaft f. Wissenschaftspflege (Positionen).

Bledow, Ronald; Frese, Michael (2009): A situational judgment test of personal initiative and its relationship to performance. In: *Personnel Psychology* 62 (2), S. 229–258. DOI: 10.1111/j.1744-6570.2009.01137.x.

Blömeke, Sigrid (2009): Ausbildungs- und Berufserfolg im Lehramtsstudium im Vergleich zum Diplom-Studium – Zur prognostischen Validität kognitiver und psycho-motivationaler Auswahlkriterien. In: *ZfE* 12 (1), S. 82–110. DOI: 10.1007/s11618-008-0044-0.

Blüthmann, Irmela; Lepa, Steffen; Thiel, Felicitas (2008): Studienabbruch und -wechsel in den neuen Bachelorstudiengängen. In: *ZfE* 11 (3), S. 406–429. DOI: 10.1007/s11618-008-0038-y.

Bond, Trevor G.; Fox, Christine M. (2012): Applying the Rasch model. Fundamental measurement in the human sciences. second edition. 2nd ed. New York: Routledge.

Bortz, Jürgen (1999): Statistik. Für Sozialwissenschaftler. Fünfte, vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch).

Brandstätter, Hermann; Farthofer, Alois (2003): Einfluss von Erwerbstätigkeit auf den Studienerfolg. In: *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O* 47 (3), S. 134–145. DOI: 10.1026//0932-4089.47.3.134.

Brandstätter, Hermann; Grillich, Ludwig; Farthofer, Alois (2006): Prognose des Studienabbruchs. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 38 (3), S. 121–131. DOI: 10.1026/0049-8637.38.3.121.

Breinig, Helmbrecht; Gebhardt, Jürgen; Ostendorf, Berndt (2001): Das deutsche und das amerikanische Hochschulsystem. Bildungskonzepte und Wissenschaftspolitik. Münster: Lit (Publikationen der Bayerischen Amerika-Akademie Publications of the Bavarian American Academy, Bd. 1b).

Brown, Timothy A. (2006): Confirmatory factor analysis for applied research. New York: Guilford Press (Methodology in the social sciences).

Bühner, Markus (2006): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. 2., aktualisierte Aufl. München, Don Mills: Pearson Studium.

Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz (2004): Auszug aus dem Hochschulrahmengesetz (HRG) i.d.F. des Gesetzes vom 27. Dezember 2004 (BGBl. I. S. 3835).

Burton, Nancy W.; Ramist, Leonard (2001): Predicting Success in College: SAT Studies of Classes Graduating Since 1980. In: *Research Report* (1).

Buschhüter, David; Spoden, Christian; Borowski, Andreas (2017): Studienerfolg im Physikstudium: Inkrementelle Validität physikalischen Fachwissens und physikalischer Kompetenz. In: *ZfDN* 23 (1), S. 127–141. DOI: 10.1007/s40573-017-0062-7.

Busker, Maike; Parchmann, Ilka; Wickleder, Mathias (2010): Eingangsvoraussetzungen von Studienanfängern im Fach Chemie. Welches Vorwissen und welche Interessen zeigen Studierende? In: *CHEMKON* 17 (4), S. 163–168. DOI: 10.1002/ckon.201010134.

Byrne, Barbara M. (2001): Structural equation modeling with AMOS. Basic concepts, applications, and programming. New York: Lawrence Erlbaum Associates (Multivariate applications book series).

Chan, David; Schmitt, Neal (2002): Situational Judgment and Job Performance. In: *Human Performance* 15 (3), S. 233–254. DOI: 10.1207/S15327043HUP1503_01.

Chang, Huey-Por; Chen, Chin-Chang; Guo, Gwo-Jen; Cheng, Yeong-Jin; Lin, Chen-Yung; Jen, Tsung-Hau (2011): THE DEVELOPMENT OF A COMPETENCE SCALE FOR LEARNING SCIENCE: INQUIRY AND COMMUNICATION. In: *Int J of Sci and Math Educ* 9 (5), S. 1213–1233. DOI: 10.1007/s10763-010-9256-x.

Comrey, Andrew Laurence; Lee, Howard B. (1992): First course in factor analysis. New York: Psychology Press.

Deidesheimer Kreis (1997): Hochschulzulassung und Studieneignungstests. Studienfeldbezogene Verfahren zur Feststellung der Eignung für Numerus-clausus- und andere Studiengänge. Göttingen, Zürich: Vandenhoeck & Ruprecht.

Dickhäuser, Oliver; Schöne, Claudia; Spinath, Birgit; Stiensmeier-Pelster, Joachim (2002): Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 23 (4), S. 393–405. DOI: 10.1024//0170-1789.23.4.393.

Dieter, Miriam (2012): Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik: Quantitative Bezifferung und empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren. Dissertation. Universität Duisburg-Essen, Duisburg-Essen.

Düchs, Georg; Ingold, Gert-Ludwig (2015): Weiter auf hohem Niveau. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2015. In: *Physik Journal* 2015 (14), S. 28–33. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2015.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Düchs, Georg; Ingold, Gert-Ludwig (2016): Gut geparkt ist noch nicht studiert. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2016. In: *Physik Journal* 2016 (15), S. 28–33. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2016.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Düchs, Georg; Ingold, Gert-Ludwig (2017): Physik hält Kurs. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2017. In: *Physik Journal* 2017 (16), S. 28–33. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2017.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Düchs, Georg; Ingold, Gert-Ludwig (2018): Frauenanteil bleibt stabil. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2018. In: *Physik Journal* 2018 (17), S. 32–37. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2018.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Düchs, Georg; Matzdorf, René (2014): Stabilisierung auf hohem Niveau. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2014. In: *Physik Journal* 2014 (13), S. 23–28. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2014.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Düchs, Georg; Mecke, Klaus (2019): Vielfalt statt Einfalt. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2019 2019. Online verfügbar unter https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/magazine-und-online-angebote/pj/studierendenstatistiken/pdf/physikstudium_2019.pdf, zuletzt geprüft am 13.02.2020.

Dweck, Carol S. (1986): Motivational processes affecting learning. In: *American Psychologist* 41 (10), S. 1040–1048. DOI: 10.1037/0003-066X.41.10.1040.

Eid, Michael; Gollwitzer, Mario; Schmitt, Manfred (2010): Statistik und Forschungsmethoden. Lehrbuch. Weinheim, Bergstr: Beltz, J.

Eller, Stephanie; Albrecht, André; Heinecke, Elke; Nordmeier, Volkhard (2012): Reform der Studieneingangsphase im Lehramt Physik. In: *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG Frühjahrstagung 2012*, S. 1–5. DOI: 10.17169/REFUBIUM-19206.

Field, Andy P. (2013): *Discovering statistics using IBM SPSS statistics. And sex and drugs and rock'n'roll.* 4th edition, [reprinted]. Los Angeles: SAGE Publications.

Flanagan, John C. (1954): The critical incident technique. In: *Psychological bulletin* 51 (4), S. 327–358. DOI: 10.1037/h0061470.

Formazin, Maren; Schroeders, Ulrich; Köller, Olaf; Wilhelm, Oliver; Westmeyer, Hans (2011): Studierendenauswahl im Fach Psychologie. In: *Psychologische Rundschau* 62 (4), S. 221–236. DOI: 10.1026/0033-3042/a000093.

Freyer, Katja (2013): Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie. Berlin: Logos (156). Online verfügbar unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.10141>, zuletzt geprüft am 08.07.2020.

Freyer, Katja; Epple, Matthias; Brand, Matthias; Schiebener, Johannes; Sumfleth, Elke (2014): Studienerfolgsprognose bei Erstsemesterstudierenden in Chemie. In: *ZfDN* 20 (1), S. 129–142. DOI: 10.1007/s40573-014-0015-3.

FUB (2012): Studienordnung/Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Physik an der Freien Universität Berlin. Online verfügbar unter http://www.imp.fu-berlin.de/fbv/pruefungsbuero/Studien--und-Pruefungsordnungen/StOPO_Bsc_Physik_-2012.pdf, zuletzt geprüft am 03.05.2019.

Gawlitza, Gabriele (2015): Analyse der Eingangsvoraussetzungen und des Studienerfolges von natur-, sprach-, geistes- und sportwissenschaftlichen Referendaren in Anlehnung an die SioS-L Studie. In: *URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-105513* 24.

Geiser, Saul; Studley, Roger (2002): UC and the SAT: Predictive Validity and Differential Impact of the SAT I and SAT II at the University of California. In: *Educational Assessment* 8 (1), S. 1–26. DOI: 10.1207/S15326977EA0801_01.

Giesen, Heinz (1986): Prognose des Studienerfolgs : Ergebnisse aus Längsschnittuntersuchungen. Schlussbericht. Frankfurt am Main.

Gold, Andreas (1988): Studienabbruch, Abbruchneigung und Studienerfolg. Vergleichende Bedingungsanalysen des Studienverlaufs. Frankfurt am Main, New York: P. Lang (Europäische Hochschulschriften. Reihe VI, Psychologie Publications universitaires européennes. Série VI, Psychologie European university studies. Series VI, Psychology, vol. 259).

Gold, Andreas; Souvignier, Elmar (2005): Prognose der Studierfähigkeit | Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 37, S. 214–222. Online verfügbar unter <http://econtent.hogrefe.com/doi/full/10.1026/0049-8637.37.4.214>, zuletzt geprüft am 21.03.2017.

Grützmaker, J.; Gusy, B.; Lesener, T.; Sudheimer, S.; Willige, J. (2018): Gesundheit Studierender in Deutschland 2017. Ein Kooperationsprojekt zwischen dem Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, der Freien Universität Berlin und der Techniker Krankenkasse. Online verfügbar unter <https://www.tk.de/resource/blob/2046078/8bd39eab37ee133a2ec47e55e544abe7/studie--gesundheit-studierender-2017-pdf-data.pdf>, zuletzt geprüft am 07.07.2020.

Haak, Inka (2017): Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff. Berlin: Logos (2017). Online verfügbar unter <https://d-nb.info/1131387147/34>, zuletzt geprüft am 08.07.2020.

Haase, Axel (2005): Trendwende(n) im Physikstudium? Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2005. In: *Physik Journal* (8/9), S. 25–30.

Hair, Joseph F.; Black, William C.; Babin, Barry J.; Anderson, Rolph E. (2014): *Multivariate data analysis*. Pearson new international seventh edition. Harlow, Essex: Pearson (Pearson custom library).

Heine, Christoph; Briedis, Katja; Didi, Hans-Jörg; Haase, Claudia; Trost, Günter (2006): Auswahl- und Eignungsfeststellungsverfahren. Eine Bestandsaufnahme. In: *Hannover: HIS Hochschul-Informationssystem GmbH*.

Hell, Benedikt (2003): Kognitive Leistungsfähigkeit in der Berufseignungsdiagnostik. Forschungsüberblick und Entwicklung eines neuen Instruments zur Erfassung schlussfolgernden und kreativen Denkens. Berlin: Dissertation.de (Premium, 820).

Hell, Benedikt; Ptok, Claudia; Schuler, Heinz (2007): Methodik zur Ermittlung und Validierung von Anforderungen an Studierende (MEVAS). In: *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O* 51 (2), S. 88–95. DOI: 10.1026/0932-4089.51.2.88.

Hell, Benedikt; Trapmann, Sabrina; Schuler, Heinz (2008): Synopse der Hohenheimer Metaanalysen zur Prognostizierbarkeit des Studienerfolgs und Implikationen für die Auswahl- und Beratungspraxis. In: Heinz Schuler und Benedikt Hell (Hg.): *Studierendenauswahl und Studienentscheidung*. Göttingen, Bern, Wien, [etc.]: Hogrefe, S. 43–54.

Henson, Robin K.; Roberts, J. Kyle (2006): Use of Exploratory Factor Analysis in Published Research. In: *Educational and Psychological Measurement* 66 (3), S. 393–416. DOI: 10.1177/0013164405282485.

Heublein, Ulrich; Ebert, Julia; Hutzsch, Christopher; Isleib, Sören; Richter, Johanna; Schreiber, Jochen (2015): Forum Hochschule 3|2015 - Studienbereichsspezifische Qualitätssicherung im Bachelorstudium. Befragung der Fakultäts- und Fachbereichsleitungen zum Thema Studienerfolg und Studienabbruch. In: *Forum Hochschule* (3).

Heublein, Ulrich; Hutzsch, Christopher; Schreiber, Jochen; Sommer, Dieter; Besuch, Georg (2010): Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08. In: *HIS:Forum Hochschule* (2).

Heublein, Ulrich; Richter, Johanna; Schmelzer, Robert; Sommer, Dieter (2012): Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010. In: *HIS:Forum Hochschule* (3/2012).

Heublein, Ulrich; Schmelzer, Robert (2018): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016. DZHW-Projektbericht, zuletzt geprüft am 30.07.2019.

Heublein, Ulrich; Schmelzer, Robert; Sommer, Dieter (2008): Die Entwicklung der Studienabbruchquote an den deutschen Hochschulen. Ergebnisse einer Berechnung des Studienabbruchs auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2006. HIS: Projektbericht.

Heublein, Ulrich; Spangenberg, Heike; Sommer, Dieter (2003): Ursachen des Studienabbruchs. Analyse 2002. Hannover: HIS, Hochschul-Informationssystem GmbH (Hochschulplanung, 163).

Hoetker, Glenn (2007): The use of logit and probit models in strategic management research: Critical issues. In: *Strat. Mgmt. J.* 28 (4), S. 331–343. DOI: 10.1002/smj.582.

Holm, Sture (1979): A simple sequentially rejective multiple test procedure. In: *Scandinavian Journal of Statistics* (6), S. 65–70. Online verfügbar unter <https://www.jstor.org/stable/4615733>.

Hummel, K. (2014): Super Abi, aber nichts dahinter. In: *Frankfurter Allgemeine* 2014, 2014. Online verfügbar unter <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/studie-super-abi-aber-nichts-dahinter12990707.html>, zuletzt geprüft am 01.05.2019.

Ingenkamp, Karlheinz; Lissmann, Urban (2008): Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik. 6. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz Verl.

Jerusalem, Matthias; Schwarzer, Ralf (1986): Selbstwirksamkeit (WIRK). In: R. Schwarzer (Hg.): Skalen zur Befindlichkeit und Persönlichkeit. (Forschungsbericht 5). Berlin: Freie Universität, S. 15–28.

Kaiser, Henry F.; Rice, John (1974): Little Jiffy, Mark Iv. In: *Educational and Psychological Measurement* 34 (1), S. 111–117. DOI: 10.1177/001316447403400115.

Kazemzadeh, Foad; Schaeper, Hildegard (1984): Wer findet sich im Studium zurecht? Ergebnisse einer Untersuchung von Studenten in der Eingangsphase des Studiums. Hannover: HIS (Hochschulplanung, 52).

KFP (2010): Zur Konzeption von Bachelor- und Master-Studiengängen in der Physik. Handreichung der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP). beschlossen von der Plenarversammlung der KFP am 8. Nov. 2010 in Berlin. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/dokument/KFP_Handreichung_Konzeption-Studiengaenge-Physik-101108.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2020.

KFP (2011): Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik zum Umgang mit den Mathematikkenntnissen von Studienanfängern der Physik. Online verfügbar unter <https://www.kfp-physik.de/dokument/KFP-Empfehlung-Mathematikkenntnisse.pdf>, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Kleinknecht, Konrad (1999): Statistiken zum Physikstudium in Deutschland 1999. In: *Physikalische Blätter* 1999 (55), S. 28–31. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_1999.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Klemm, Klaus (2015): Lehrerinnen und Lehrer der MINT-Fächer: Zur Bedarfs- und Angebotsentwicklung in den allgemein bildenden Schulen der Sekundarstufen I und II am Beispiel Nordrhein-Westfalens, Essen.

Kline, Rex B. (2011): Principles and practice of structural equation modeling. 3rd ed. New York: Guilford Press (Methodology in the social sciences).

KMK (2003): 10 Thesen zur Bachelor- und Masterstruktur. Hg. v. Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Online verfügbar unter https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2014/188439/MINT-Herbstbericht_2014.pdf.

KMK (2012): Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf, zuletzt geprüft am 13.08.2019.

- Kolland, Franz (2002): Studienabbruch. Zwischen Kontinuität und Krise : eine empirische Untersuchung an Österreichs Universitäten. Wien: Braumüller (Sociologica, 7).
- Köller, Olaf (1998): Zielorientierungen und schulisches Lernen. Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 1997. Münster: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 4).
- Konegen-Grenier, Christiane; Kuhlmann, Christian (2002): Studierfähigkeit und Hochschulzugang. Köln: Dt. Inst.-Verl. (Kölner Texte & Thesen, 61).
- Korneck, Friederike; Lamprecht, Jan; Wodzinski, Rita; Schecker, Horst (2010): Quereinsteiger in das Lehramt Physik. Lage und Perspektiven der Physiklerausbildung in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg/pix-studien/studien/quereinsteiger_2010.pdf, zuletzt geprüft am 10.02.2020.
- KPF (2005): Empfehlungen der Konferenz der Fachbereiche (KFP) zu Bachelor und Master-Studiengängen in Physik. Bad Honnef. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/dokument/Empfehlungen_Ba_Ma_Studium.pdf, zuletzt geprüft am 03.05.2019.
- Krey, Olaf (2012): Zur Rolle der Mathematik in der Physik. Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender. Berlin: Logos (130).
- Krumm, Stefan; Lievens, Filip; Hüffmeier, Joachim; Lipnevich, Anastasiya A.; Bendels, Hanna; Hertel, Guido (2015): How "situational" is judgment in situational judgment tests? In: *The Journal of applied psychology* 100 (2), S. 399–416. DOI: 10.1037/a0037674.
- Kuncel, Nathan R.; Hezlett, Sarah A. (2007): Assessment. Standardized tests predict graduate students' success. In: *Science (New York, N.Y.)* 315 (5815), S. 1080–1081. DOI: 10.1126/science.1136618.
- Kuncel, Nathan R.; Hezlett, Sarah A.; Ones, Deniz S. (2004): Academic performance, career potential, creativity, and job performance: can one construct predict them all? In: *Journal of personality and social psychology* 86 (1), S. 148–161. DOI: 10.1037/0022-3514.86.1.148.
- Kurz, Günther; Linser, Manuela; Oliveira-Vitt, Lauriana de (2008): Studienverlaufsuntersuchungen an der Hochschule Esslingen. Teil 1: Zulassungsverfahren und Eignungstests. In: Michael Rentschler (Hg.): *Studieneignung und Studierendenauswahl. Untersuchungen und Erfahrungsberichte*. Aachen: Shaker (Report - Beiträge zur Hochschuldidaktik, 42), S. 95–124.

Linacre, J. M. (1994): Sample Size and Item Calibration or Person Measure Stability. Rasch Measurement Transactions. Online verfügbar unter <https://www.rasch.org/rmt/rmt74m.htm>, zuletzt geprüft am 03.07.2019.

Lüdtke, Oliver; Robitzsch, Alexander; Trautwein, Ulrich; Köller, Olaf (2007): Umgang mit fehlenden Werten in der psychologischen Forschung. In: *Psychologische Rundschau* 58 (2), S. 103–117. DOI: 10.1026/0033-3042.58.2.103.

Matzdorf, René (2012): Mehr Physikstudierende als je zuvor. Die Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2012 zeigen ein differenziertes Bild von echten Anfängern und „Parkstudierenden“. In: *Physik Journal* 2012 (11), S. 29–33.

Matzdorf, René; Düchs, Georg (2013): Immer mehr Parkstudierende. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2013. In: *Physik Journal* 2013 (12), S. 29–33. Online verfügbar unter https://www.kfp-physik.de/statistik/physikstudium_2013.pdf, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Maxwell, S. E. (2000): Sample size and multiple regression analysis. In: *Psychological methods* 5 (4), S. 434–458. DOI: 10.1037/1082-989x.5.4.434.

Mayring, Philipp (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., Neuauflage, 12., vollständig überarbeitete und aktualisierte Aufl. Weinheim, Bergstr: Beltz, J (Beltz Pädagogik).

McDaniel, Michael A.; Whetzel, Deborah L.; Hartman, Nathan S.; Nguyen, N. T.; Grubb, Walter Lee (2014): Situational Judgement Tests: Validity and an Integrative Model. In: Jeff A. Weekley (Hg.): Situational judgment tests. Theory, measurement and application. New York [u.a.]: Psychology Press (The Organizational Frontiers Series), S. 183–204.

Meier, Bernd-Dieter (2003): Ist der Erfolg im Jurastudium vorhersagbar? Empirische Befunde zum Zusammenhang zwischen Schulnoten und Abschneiden im Ersten Juristischen Staatsexamen. In: *Beiträge zur Hochschulforschung* 25. Jahrgang (4). Online verfügbar unter <http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/4-2003-meier.pdf>, zuletzt geprüft am 01.05.2019.

Meinhardt, Claudia; Krey, Olaf; Rabe, Thorid (2013): Studienwahlmotive angehender Physiklehrkräfte. Qualitativ inhaltsanalytische Auswertung einer offenen, retrospektiven Befragung. In: *PhyDid A* (1/12), S. 18–35.

Messick, Samuel (1995): Validity of Psychological Assessment. Validation of Inferences From Persons' Responses and Performances as Scientific Inquiry Into Score Meaning. Educational Testing Service. In: *American Psychologist* (50), S. 741–749, zuletzt geprüft am 07.05.2019.

Moosbrugger, Helfried (2012): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Mit 66 Abbildung und 41 Tabellen. 2., aktual. und überarb. Aufl. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).

Moschner, Barbara (2000): Selbstkonzept, Lernmotivation und Lernstrategien im Studienverlauf. In: H. Metz-Goeckel, B. Hannover und S. (Hrsg.) Leffelsend (Hg.): Selbst, Motivation und Emotion. Berlin: Logos, S. 33–43.

Müller, Joachim (2019): Studienerfolg in der Physik. Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg. Berlin: Logos (273).

Neuberger, Oswald; Allerbeck, Mechthild (1978): Messung und Analyse von Arbeitszufriedenheit. Erfahrungen mit dem "Arbeitsbeschreibungsbogen (ABB)". [Blindenhörbuch nach d. Buchausg.]. Bern: Huber (Schriften zur Arbeitspsychologie, 26).

Neumann, Knut (2014): Rasch-Analyse naturwissenschaftsbezogener Leistungstests. In: Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker (Hg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 355–369, zuletzt geprüft am 26.06.2019.

Norris, Megan; Lecavalier, Luc (2010): Evaluating the use of exploratory factor analysis in developmental disability psychological research. In: *Journal of autism and developmental disorders* 40 (1), S. 8–20. DOI: 10.1007/s10803-009-0816-2.

O'Connell, Matthew S.; Hartman, Nathan S.; McDaniel, Michael A.; Grubb, Walter Lee; Lawrence, Amie (2007): Incremental Validity of Situational Judgment Tests for Task and Contextual Job Performance. In: *Int J Selection & Assessment* 15 (1), S. 19–29. DOI: 10.1111/j.1468-2389.2007.00364.x.

Peers, Ian S.; Johnston, Margaret (1994): Influence of learning context on the relationship between A-level attainment and final degree performance. A meta-analytic review. In: *British Journal of Educational Psychology* 64 (1), S. 1–18. DOI: 10.1111/j.2044-8279.1994.tb01081.x.

Picht, Georg (1965): Die deutsche Bildungskatastrophe. München: DTV.

Pixner, J.; Schüpbach, H. (2008): Chancen und Grenzen von Situational Judgment Inventories für die Studierendenauswahl. In: Heinz Schuler und Benedikt Hell (Hg.): Studierendenauswahl und Studienentscheidung. Göttingen, Bern, Wien, [etc.]: Hogrefe, S. 139–147.

Pohlenz, Philipp; Tinsner, Karen (2004): Bestimmungsgrößen des Studienabbruchs. Eine empirische Untersuchung zu Ursachen und Verantwortlichkeiten. Potsdam: Univ.-Verl. Potsdam (Potsdamer Beiträge zur Lehrevaluation, 1). Online

verfügbar unter <https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/525/file/pbl01.pdf>, zuletzt geprüft am 29.04.2019.

Pohlmann, Britta; Möller, Jens (2010): Fragebogen zur Erfassung der Motivation für die Wahl des Lehramtsstudiums (FEMOLA) 1Dieser Beitrag wurde unter der Herausgeberschaft von D. Leutner und D. H. Rost bearbeitet. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 24 (1), S. 73–84. DOI: 10.1024/1010-0652/a000005.

Porst, Rolf (2000): Question Wording - Zur Formulierung von Fragebogen-Fragen. In: *ZUMA How-to-Reihe* (2).

Prüfer, Peter; Rexroth, Margrit (2005): Kognitive Interviews. In: *ZUMA How-to-Reihe* 2005 (15), zuletzt geprüft am 08.05.2019.

Prümper, Jochen; Hartmannsgruber, Klaus; Frese, Michael (1995): KFZA – Kurzfragebogen zur Arbeitsanalyse. In: *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie* (39), S. 125–131. Online verfügbar unter <http://people.f3.htw-berlin.de/Professoren/Pruemper/instrumente/KFZA-Skalenkonstruktion.pdf>, zuletzt geprüft am 30.04.2019.

Rach, Stefanie; Heinze, Aiso (2013): Welche Studierenden sind im ersten Semester erfolgreich? In: *J Math Didakt* 34 (1), S. 121–147. DOI: 10.1007/s13138-012-0049-3.

Raju, Nambury S.; Burke, Michael J.; Normand, Jacques; Langlois, George M. (1991): A new meta-analytic approach. In: *Journal of Applied Psychology* 76 (3), S. 432–446. DOI: 10.1037/0021-9010.76.3.432.

Ramm, Michael (2008): Das Studium der Naturwissenschaften. Eine Fachmonographie aus studentischer Sicht. In: *Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung*. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-236339>, zuletzt geprüft am 22.3.17.

Rehfeldt, Daniel (2017): Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika. Berlin: Logos (246). Online verfügbar unter <https://dnb.info/1153233207/34>, zuletzt geprüft am 03.05.2008.07.202019.

Rindermann, Heiner; Oubaid, Viktor (1999): Auswahl von Studienanfängern durch Universitäten. Kriterien, Verfahren und Prognostizierbarkeit des Studienerfolgs. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* (20), S. 172–192.

Robbins, Steven B.; Lauver, Kristy; Le, Huy; Davis, Daniel; Langley, Ronelle; Carlstrom, Aaron (2004): Do psychosocial and study skill factors predict college outcomes? A meta-analysis. In: *Psychological bulletin* 130 (2), S. 261–288. DOI: 10.1037/0033-2909.130.2.261.

Rolfs, Henning; Schuler, Heinz (2002a): Berufliche Interessenkongruenz und das Erleben im Studium. In: *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O* 46 (3), S. 137–149. DOI: 10.1026//0932-4089.46.3.137.

Rolfs, Henning; Schuler, Heinz (2002b): Lernstrategien im Studium als Korrelat beruflicher Interessenkongruenz. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 49, S. 250–262.

Rost, Detlef H. (Hg.) (2010): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. 4., überarb. und erw. Aufl. Weinheim: Beltz (Programm PVU, Psychologie-Verlags-Union).

Rost, Jürgen (2004): Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Bern: Huber (Psychologie Lehrbuch).

Rouquette, Alexandra; Falissard, Bruno (2011): Sample size requirements for the internal validation of psychiatric scales. In: *International journal of methods in psychiatric research* 20 (4), S. 235–249. DOI: 10.1002/mpr.352.

Schachtschneider, Yvonne (2016): Studieneingangsvoraussetzungen und Studien-erfolg im Fach Biologie. Berlin: Logos (12).

Schecker, Horst; Ziemer, T.; Pawlak, E. (2006): Empirische Untersuchungen zu Studienverläufen, Studienprofilen und Studienqualität. Abschlussbericht des Projekts „Qualitätsentwicklung für das Studium der Physik und Elektrotechnik“. Unveröffentlichtes Manuskript. Universität Bremen.

Schiefele, Ulrich; Moschner, Barbara; Husstegge, Ralf (2002): Skalenhandbuch SMILE-Projekt. Abteilung für Psychologie. Universität Bielefeld. Unveröffentlichtes Manuskript.

Schiefele, Ulrich; Streblow, Lilian; Brinkmann, Julia (2007): Aussteigen oder Durchhalten. Was unterscheidet Studienabbrecher von anderen Studierenden? In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 39 (3), S. 127–140. DOI: 10.1026/0049-8637.39.3.127.

Schiefele, Ulrich; Streblow, Lilian; Ergmassen, Ulrich; Moschner, Barbara (2003): Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* (17), S. 185–198.

Schmidt, André; Nordmeier, Volkhard (2009): Online zur Physik- erste Schritte in der Implementation eines Online-Self-Assessments. unveröffentlicht.

Schmidt-Atzert, Lothar (2005): Prädiktion von Studienerfolg bei Psychologiestudenten. In: *Psychologische Rundschau* (56), S. 131–133.

Schröder-Gronostay, Manuela; Daniel, Hans-Dieter (1998): Studienabbruch. Eine annotierte Bibliographie ; (1975 - 1997). Kassel: Jenior & Preßler (Werkstattberichte / Wissenschaftliches Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung der Universität Gesamthochschule Kassel, 54).

Schwarzer, Ralf (Hg.) (1999): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: R. Schwarzer.

Senatsverwaltung für Bildung; Wissenschaft und Forschung (2006a): Rahmenlehrplan Mathematik, Sekundarstufe II.

Senatsverwaltung für Bildung; Wissenschaft und Forschung (2006b): Rahmenlehrplan Physik, Sekundarstufe II.

Sorge, Stefan; Petersen, Stefan; Neumann, Knut (2016): Die Bedeutung der Studierfähigkeit für den Studienerfolg im 1. Semester in Physik. In: *ZfDN* 22 (1), S. 165–180. DOI: 10.1007/s40573-016-0048-x.

Spady, William G. (1970): Dropouts from higher education: An interdisciplinary review and synthesis. In: *Interchange* 1 (1), S. 64–85. DOI: 10.1007/BF02214313.

Spence, J. T.; Helmreich, R. L.; Stapp, J. (1974): The Personal Attributes Questionnaire. A measure of sex role stereotypes and masculinity femininity. Washington: Journal Supplement Abstract Service, American Psychological Association (Vol. 4).

Spiel, C.; Litzenberger, M.; Haiden, D. (2006): Bildungswissenschaftliche und psychologische Aspekte von Auswahlverfahren, Wien.

Steyer, Rolf; Yousfi, Safir; Würfel, Katja (2005): Prädiktion von Studienerfolg: Der Zusammenhang zwischen Schul- und Studiennoten im Diplomstudiengang Psychologie. In: *Psychologische Rundschau* (56), S. 129–131.

Ströhlein, Gerhard (1983): Bedingungen des Studienabbruchs. Eine Längsschnittuntersuchung bei Studenten ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten. Frankfurt am Main: Lang (Europäische Hochschulschriften. Reihe XI, Pädagogik, 141).

Summerskill, John (1962): Dropouts from College. In: Nevitt Sanford (Hg.): *The American college: A psychological and social interpretation of the higher learning*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc, S. 627–657.

Tavakol, Mohsen; Dennick, Reg (2011): Making sense of Cronbach's alpha. In: *International journal of medical education* 2, S. 53–55. DOI: 10.5116/ijme.4dfb.8dfd.

Tent, L.; Birkel, P. (2010): Zensuren. In: Detlef H. Rost (Hg.): Handwörterbuch pädagogische Psychologie. 4., überarb. und erw. Aufl. Weinheim: Beltz (Programm PVU, Psychologie-Verlags-Union).

Thiel, Felicitas; Veit, Susanne; Blüthmann, Irmela (2008): Ergebnisse der Befragung der Studierenden in den Bachelorstudiengängen an der Freien Universität Berlin Sommersemester 2008.

Tinto, Vincent (1975): Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. In: *Review of Educational Research* 45 (1), S. 89–125. DOI: 10.3102/00346543045001089.

Trapmann, Sabrina (2008): Mehrdimensionale Studienerfolgsprognose. Die Bedeutung kognitiver, temperamentsbedingter und motivationaler Prädiktoren für verschiedene Kriterien des Studienerfolgs. Berlin: Logos.

Trapmann, Sabrina; Hell, Benedikt; Weigand, Sonja; Schuler, Heinz (2007): Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs - eine Metaanalyse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 21 (1), S. 11–27. DOI: 10.1024/1010-0652.21.1.11.

Trautwein, Ulrich; Köller, Olaf; Lehmann, Rainer; Lüdtke, Oliver (Hg.) (2007): Schulleistungen von Abiturienten. Regionale, schulformbezogene und soziale Disparitäten. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann (Hanse - Hamburger Schriften zur Qualität im Bildungswesen, Bd. 3).

Trost, G.; Bickel, H. (1979): Studierfähigkeit und Studienerfolg. In: *Minerva-Fachserie Pädagogik* (München: Minerva-Publikation).

Trost, Günter; Haase, Claudia (2005): Hochschulzulassung: Auswahlmodelle für die Zukunft. Eine Entscheidungshilfe für die Hochschulen. Essen und Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.bwstiftung.de/uploads/tx_news/hochschulzulassung_auswahlmodelle.pdf, zuletzt geprüft am 01.05.2019.

Urban, Dieter; Mayerl, Jochen (2014): Strukturgleichungsmodellierung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Vent, Svea; Erdfelder, Edgar; Heilig, Birgit (2009): MISS - Mannheimer Informationssystem für Studieninteressierte der Sozialwissenschaften. In: *Zeitschrift für Beratung und Studium: ZBS* 2009, 2009 (1/4), S. 23–25.

Weresch-Deperrois, I. (2013): Entwicklung eines standardorientierten Situational Judgement Tests zur Erfassung professioneller pädagogischer Kompetenz. Dissertation. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main. Psychologie.

Online verfügbar unter <https://d-nb.info/1054044112/34>, zuletzt geprüft am 12.08.2019.

Westermann, Rainer; Heise, Elke; Spies, Kordelia; Trautwein, Ulrich (1996): Identifikation und Erfassung von Komponenten der Studienzufriedenheit. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 43, S. 1–22.

Wild, K.-P.; Schiefele, Ulrich (1994): Lernstrategien im Studium. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* (15), S. 185–200.

Willand, I. (2007): Studienverlaufsanalysen: Informationsbedarf und Datenverfügbarkeit. In: 11/2007, Bundesamt, Wiesbaden, S. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. In: *Wirtschaft und Statistik* (11/2007), S. 1072–1078.

Woitkowski, David (2018): Physikalische Denk- und Arbeitsweisen erlernen. Ein Vorlesungs-/Übungskonzept entlang des ACER-Modells. 1-16 Seiten / Herausforderung Lehrer_innenbildung - Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion, Bd. 1 Nr. 1 (2018): Herausforderung Lehrer_innenbildung - Ausgabe 1. In: *HLZ* (1), S. 1–16. DOI: 10.4119/UNIBI/hlz-39.

Wright, B. D. (1989): Dichotomous Rasch Model derived from Counting Right Answers: Raw Scores as Sufficient Statistics. *Rasch Measurement Transactions*. Online verfügbar unter <https://www.rasch.org/rmt/rmt32e.htm>, zuletzt aktualisiert am 30.04.2020.000Z, zuletzt geprüft am 30.04.2020.

Wright, B. D.; Linacre, J. M. (1994): Reasonable mean-square fit values. *Rasch Measurement Transactions* (8 (3), 370). Online verfügbar unter <http://www.rasch.org/rmt/rmt83b.htm>, zuletzt geprüft am 14.08.2019.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwundquote und -bilanz für deutsche Studierende in Bachelorstudiengängen an Universitäten; Bezugsgruppe Absolvent*innen 2010 (Heublein et al. 2012, S. 42)	16
Abbildung 2: Entwicklung der Einschreiber*innen- und Absolvent*innenzahlen des Studiengangs Physik aus den Veröffentlichungen der KFP im Zeitraum von 1999 bis 2019. Ba = Bachelor; Ma = Master; Dpl = Diplom; LA = Lehramt (Studiengänge).....	24
Abbildung 3: Darstellung der Aufteilung der Studienanfänger*innen unter Berücksichtigung der Parkstudierenden (eigene Grafik)	26
Abbildung 4: Darstellung der Aufteilung der Studienanfänger*innen unter Ausschluss der Parkstudierenden (eigene Grafik)	27
Abbildung 5: Conceptual Schema for Dropout from College nach Tinto (1975).	28
Abbildung 6: Allgemeines theoretisches Modell des Studienerfolgs (Thiel et al. 2008).....	30
Abbildung 7: Das allgemeine theoretische Modell des Studienerfolgs nach Thiel et al. (2008) modifiziert und erweitert durch Albrecht (2011).....	31
Abbildung 8: Modell des Zusammenhangs von Studierendenauswahl und Ausbildungs- bzw. Berufserfolg nach Blömeke (2009).....	32
Abbildung 9: Modell des Studienabbruchprozesses nach Heublein et al. (2010)	34
Abbildung 10: Darstellung der Gemeinsamkeiten der beschriebenen Modelle (eigene Grafik)	35
Abbildung 11: Rahmenmodell und zentrales Forschungsanliegen „Vorhersage von Studienerfolg“ (eigene Grafik).....	36
Abbildung 12: Rahmenmodell und zentrales Forschungsanliegen „Vorhersage von Studienerfolg“ (eigene Grafik) (wie Abbildung 11, S. 35).	70
Abbildung 13: Darstellung der Aufteilung der Aufgaben in die verschiedenen Testhefte.....	81
Abbildung 14: Beispiel einer Item-Characteristic-Curve (ICC) von zwei Rasch-homogenen Items, je mit den Schwierigkeitsparametern $\sigma_1 = 1$ und $\sigma_2 = 2$. Die Differenz der Schwierigkeiten $\delta = \sigma_2 - \sigma_1$ bleibt bei allen Ausprägungen von ξ konstant (Moosbrugger 2012, S. 247).....	82

Abbildung 15: Mathematikitem Aufgabe 1	86
Abbildung 16: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 1	87
Abbildung 17: Mathematikitem Aufgabe 8	88
Abbildung 18: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 8	89
Abbildung 19: Physikitem Aufgabe 5	90
Abbildung 20: ICC des Physikitem Aufgabe 5.....	90
Abbildung 21: Geänderte Zeichnung zum Physikitem Aufgabe 5	91
Abbildung 22: Physikitem Aufgabe 8	93
Abbildung 23: ICC zum Physikitem Aufgabe 8	94
Abbildung 24: Mathematikitem Aufgabe 4	94
Abbildung 25: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 4	95
Abbildung 26: Mathematikitem Aufgabe 11	95
Abbildung 27: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 11	96
Abbildung 28: Mathematikitem Aufgabe 12	96
Abbildung 29: ICC zum Mathematikitem Aufgabe 12	97
Abbildung 30: Vergleich beider Versionen des Physikitem Aufgabe 5	98
Abbildung 31: ICC der ursprünglichen Version des Physikitem Aufgabe 5.....	99
Abbildung 32: ICC der geänderten Version des Physikitem Aufgabe 5	99
Abbildung 33: Darstellung der Personenfähigkeiten in den Dimensionen Mathematik und Physik, sowie die Aufgabenschwierigkeiten in einer Wrightmap. Die Zuordnung der Nummern bezüglich der Items ist der Tabelle 13 zu entnehmen.	102
Abbildung 34: Beispielitem Expert*innen-Onlinebefragung.....	112
Abbildung 35: Boxplot zu den nach Expert*innenmeinung potenziell irrelevanten Items	114
Abbildung 38: Gesamtmodell der CFA (Korrelationen zwischen den Faktoren werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt).....	140
Abbildung 39: Rahmenmodell und zentrales Forschungsanliegen „Vorhersage zum Studienerfolg“	147
Abbildung 40: Ausschnitt des hypothetischen SEM (Die Kennwerte werden im Modell frei geschätzt).....	151

Abbildung 41: Reduziertes Modell für die SEM:..... 158

Abbildung 42: Darstellung der Physikstudierendenzahlen des Jahrgangs 2015/16
an der FU Berlin 177

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu Begriffsdefinitionen zum Studienerfolg und Studienabbruch in Anlehnung an Haak (2017)	18
Tabelle 2: Zusammenfassung der Abbruch- und Schwundzahlen der Absovent*innenjahrgänge 2010 und 2016 (Heublein et al. 2012; Heublein und Schmelzer 2018)	22
Tabelle 3: Hierarchisierung der Ursachen für Studienabbruch nach Heublein et al. (2003), Heublein et al. (2010) und Albrecht (2011)	53
Tabelle 4: Ergebnisse des Dimensionsvergleichs zwischen Mathematik- und Physikaufgaben.....	85
Tabelle 5: Itemfitwerte des Mathematikitems Aufgabe 1.....	87
Tabelle 6: Fitwerte des Mathematikitems Aufgabe 8.....	89
Tabelle 7: Fitwerte des Physikitems Aufgabe 5	91
Tabelle 8: Fitwerte zum Physikitem Aufgabe 8.....	94
Tabelle 9: Fitwerte zum Mathematikitem Aufgabe 4.....	95
Tabelle 10: Fitwerte zum Mathematikitem Aufgabe 11.....	96
Tabelle 11: Fitwerte zum Mathematikitem Aufgabe 12.....	97
Tabelle 12: Vergleich der Fitwerte beider Versionen des Physikitems Aufgabe 5	99
Tabelle 13: Darstellung der Ergebnisse der Raschanalyse der zweiten Testpilotierung.....	100
Tabelle 14: Anzahl der Proband*innen der jeweiligen Hochschulen	113
Tabelle 15: Beispiel für die Kategorienbildung von Items	115
Tabelle 16: Anzahl der Ratings innerhalb der Kategorien	115
Tabelle 17: Änderung der Itemformulierung.....	117
Tabelle 18: Verteilung der Stichprobe auf die Hochschulen	123
Tabelle 19: Mustermatrix der EFA (exemplarisch von einem der 5 Datensätze der MI).....	127
Tabelle 20: Korrelationsmatrix der Faktoren (exemplarisch für einen der MI Datensätze).....	130
Tabelle 21: Strukturierung der Faktoren in Themenbereiche	132
Tabelle 22: <i>Studieninformiertheit</i> (4 Items)	135
Tabelle 23: <i>Kontinuierliche Lernplanung</i> (4 Items	135
Tabelle 24: <i>Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt</i> (7 Items)	136

Tabelle 25: <i>Dozierendenkontakt</i> (4 Items).....	136
Tabelle 26: <i>Affinität für soziale Netzwerke</i> (4 Items).....	137
Tabelle 27: Gesamtmodell aus 9 Faktoren	137
Tabelle 28: Gesamtmodell aus 8 Faktoren	138
Tabelle 29: Alternativmodell mit einem Gesamtfaktor	139
Tabelle 30: Stichprobenbeschreibung zum ersten Erhebungszeitpunkt.....	154
Tabelle 31: Modellfitindexvergleich.....	159
Tabelle 32: Ergebnisse der einzelnen Probit-Regressionen.....	160
Tabelle 33: Ergebnis der hierarchisierten Probit-Regression innerhalb des SEM	161
Tabelle 34: Korrelationstabelle	161
Tabelle 35: Darstellung der Mittelwerte der möglicherweise relevanten Einzelitems.....	163
Tabelle 36: Relevante Ergebnisse der einzelnen Probit-Regressionen	165
Tabelle 37: Ergebnis der hierarchisierten Probit-Regression innerhalb des SEM	169
Tabelle 38: Items mit signifikanten Mittelwertunterschieden und Expert*inneneinschätzungen	172

Abkürzungsverzeichnis

CFA	Confirmatiry factor analysis
CFI	Comparative Fit Index
EFA	Explorative faktor analysis
FIML	Full Information Maximum Likelihood Kriterium
IRT	Item Response Theory
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin-Test
KTT	Klassische Testtheorie
MIE	Marginal Index Effect
RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation
SD	Standard Deviation
SE	Standard Error
SEM	Strukturgleichungsmodell
SRMR	Standardized Root Mean Square Residual
TLI	Tucker-Lewis-Index

Publikationsliste

Reviewed

Schild, Nikola; Rehfeldt, Daniel; Nordmeier, Volkhard (2017): Mögliche affektiv-motivationale Prädiktoren für den Studienerfolg im Lehramt und im Fach Physik. In: Jurik Stiller und Christin Laschke (Hrsg.): Berlin-Brandenburger Beiträge zur Bildungsforschung 2017. Herausforderungen, Befunde und Perspektiven interdisziplinärer Bildungsforschung. Frankfurt am Main: Peter Lang Edition, S. 265–283.

Tagungsbeiträge

Schild, Nikola; Nordmeier, Volkhard (2017): Mögliche Prädiktoren zu Hochschul-erfolg im Fach und Lehramt Physik. In: Christian Maurer (Hrsg.), Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. Universität Regens-burg, S. 206–209.

Schild, Nikola; Rehfeldt, Daniel; Nordmeier, Volkhard (2016): Mögliche Prä-diktoren für den Studienerfolg im Lehramt und ihm Fach Physik. In: Nordmeier, Volkhard; Grötzebauch, Helmut (Hrsg.): PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Hannover 2016.

Schild, Nikola; Rehfeldt, Daniel; Nordmeier, Volkhard (2016): Nicht-kognitive Prä-diktoren für den Studienerfolg im Lehramt und im Fach Physik. In: Bernholt, Sa-scha (Hrsg.): Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik, GDPC Jah-restagung in Berlin 2015, Bd. 36, S. 80-82.

Schild, Nikola; Heindel (geb. Krüger), Luzy; Straube, Philipp; Rehfeldt, Daniel; Nordmeier, Volkhard (2015): Vorhersagemodell zum Studienerfolg im Fach und im Lehramt Physik: Erste Schritte zur Entwicklung eines Online-Self-Assessment. In: Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. (Hrsg.): PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Wuppertal 2015.

Heindel (geb. Krüger), Luzy; Schild, Nikola; Rehfeldt, Daniel; Nordmeier, Volkhard (2015): Entwicklung eines Online-Tools zur Studienfachwahl Physik/Lehramt Phy-sik. In: Nordmeier, Volkhard; Grötzebauch, Helmut (Hrsg.): PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Wuppertal 2015.


Anhang

A Darstellung der Mathematik- und Physikaufgaben mit Kennwerten der Raschanalyse und ICCs

- Der Infit-Parameter *weighted Mean Square (Infit MNSQ)* gibt an, in wie weit das theoretisch angenommene Modell der Lösungswahrscheinlichkeit von dem empirischen Verlauf abweicht (Bond und Fox 2012). Der Erwartungswert liegt hier bei 1. Werte zwischen .8 und < 1.2 gelten als akzeptabel (Wright und Linacre 1994).
- Im *standardisierten Infit (Infit std.)*, wird über die Transformation in eine T-Verteilung die Stichprobengröße mitberücksichtigt. Er gibt mit einem Erwartungswert von 0 und einer Standardabweichung von 1 an, inwieweit sich das theoretische vom empirischen Modell signifikant voneinander unterscheiden. Dies trifft zu ($p < .05$), sofern der T-Wert außerhalb des Intervalls $[-2; 2]$ liegt (Bond und Fox 2012).
- Die ICC (s. Abbildung 14) ist ein visuelles Kriterium, nach dem die Güte der Items beurteilt werden kann. Hierbei werden der theoretische Verlauf der Lösungswahrscheinlichkeiten und der empirische in einem Diagramm verglichen. Da der *Infit MNSQ* ein Durchschnittsmaß ist, können manche Probleme von Items nur über den Kurvenverlauf identifiziert werden (Bond und Fox 2012).
- Die Itemschwierigkeit wird mit dem Buchstaben σ gekennzeichnet, in den Grafiken der ICCs jedoch mit ‚Delta (s)‘.

1. Vervollständigen Sie folgenden Satz:

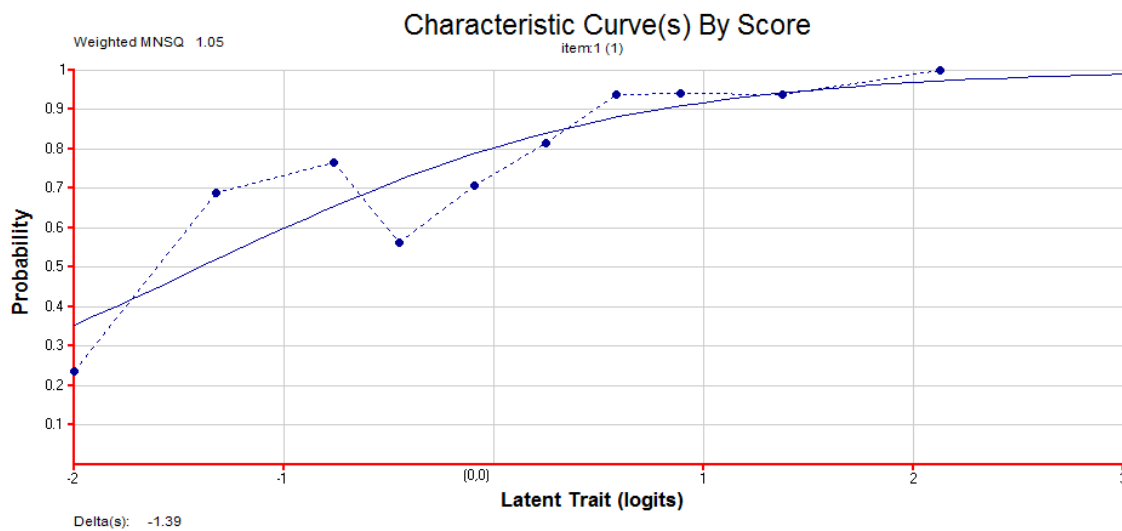
Bei einem reibungsfrei schwingenden Fadenpendel wird die kinetische Energie periodisch...



... in Kraft umgewandelt.
... in potentielle Energie umgewandelt.
... in Wärme umgewandelt.
... konstant bleiben.
weiß nicht

Physik 1 (Item 1)

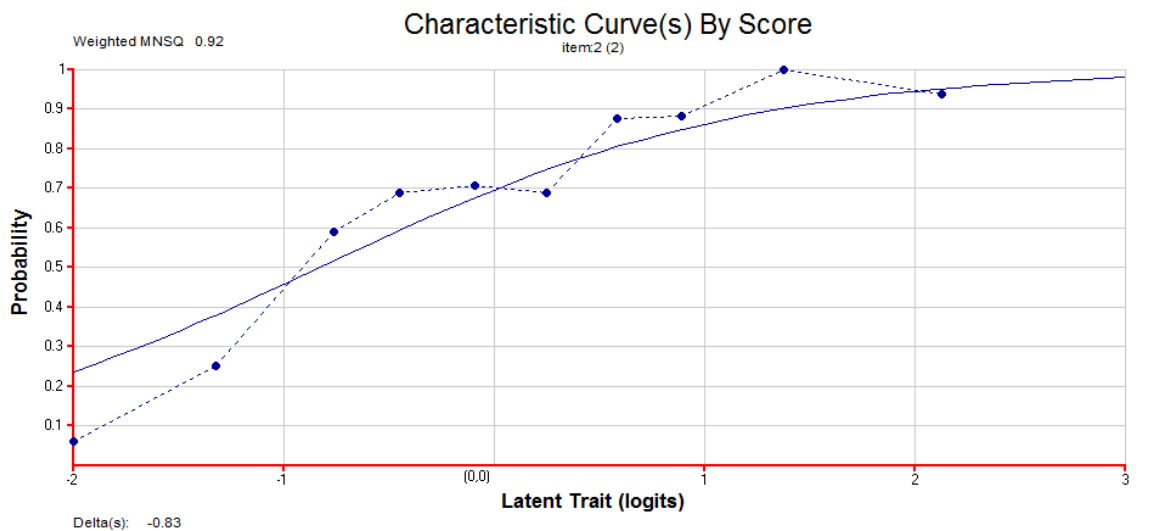
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-1.40	0.20	1.05	0.5



<p>2. Ein Fadenpendel schwingt mit kleiner Amplitude. Die untenstehende Formel beschreibt dessen Schwingungsdauer T.</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ <p>Darin sind l die Länge des Fadens und g die Erdbeschleunigung.</p> <p>Wenn Sie die Länge l des Fadens gegenüber der ursprünglichen Länge vervierfachen, so ...</p>	... vervierfacht sich die Schwingungsdauer.
	... verdoppelt sich die Schwingungsdauer.
	... viertelt sich die Schwingungsdauer.
	... bleibt die Schwingungsdauer gleich.
	weiß nicht

Physik 2 (Item 2)

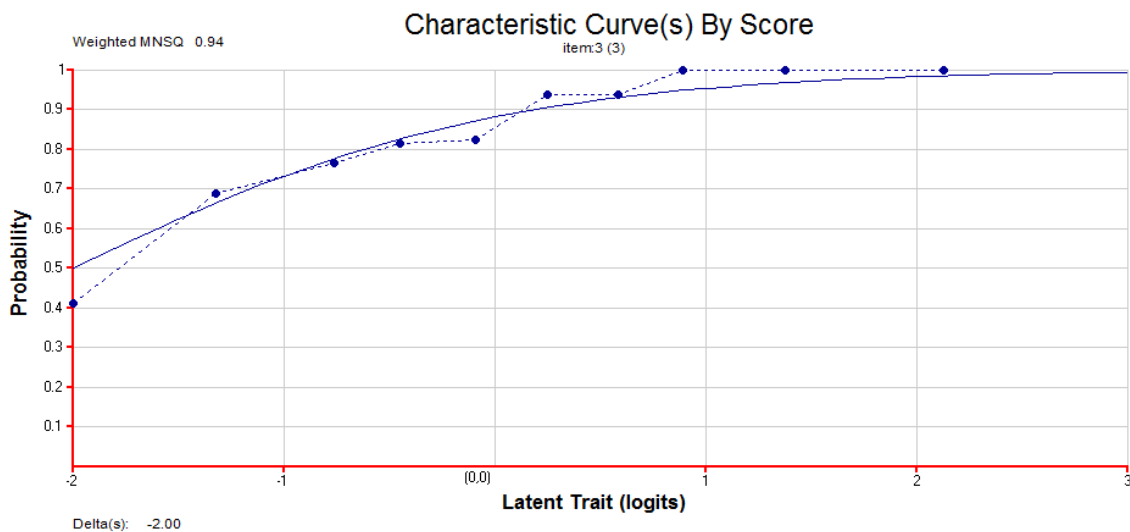
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.83	0.19	0.92	-0.9



3. Vervollständigen Sie folgende Aussage:	$F = \frac{m}{a}$... den Quotient aus Masse und Beschleunigung:
Eine Kraft F, die einem Körper der	...
Masse m die	... das Produkt aus Masse und Beschleunigung: $F = m \cdot a$.
Beschleunigung a erteilt, ist gegeben	...
durch die Summe aus Masse und Beschleunigung: $F = m + a$.
	...
	... die Potenz aus Masse und Beschleunigung: $F = m^a$.
	...
	weiß nicht

Physik 3 (Item 3)

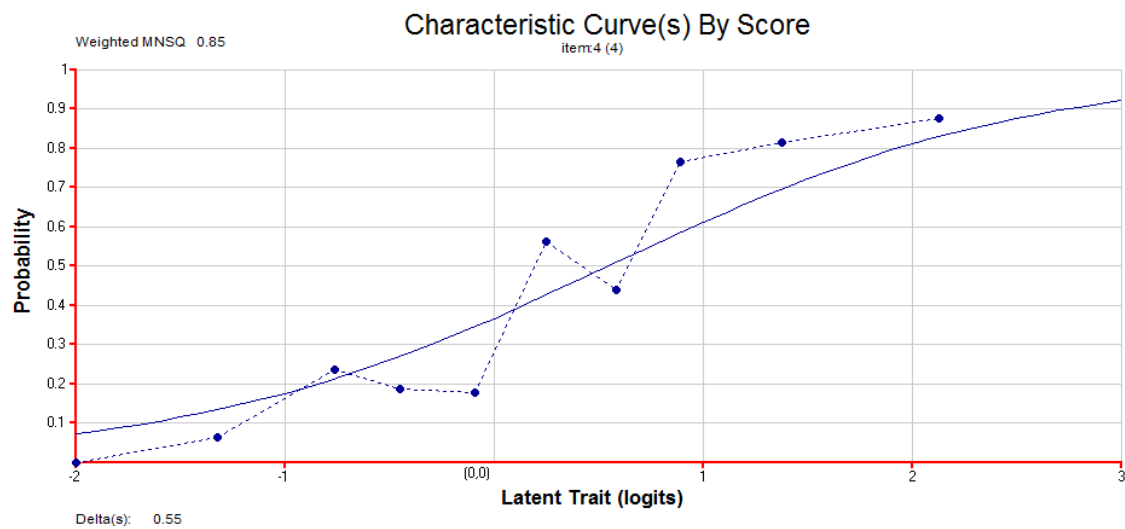
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-2.00	0.23	0.94	-0.4



<p>4. Der Impuls p eines Teilchens ist gegeben durch</p> $p = m \cdot v$ <p>(Hierbei sind m die Masse und v die Geschwindigkeit des Teilchens). Die kinetische Energie E_{KIN} ist gegeben durch</p> $E_{KIN} = \frac{1}{2} m \cdot v^2.$ <p>Berechnen Sie die kinetische Energie in Abhängigkeit des Impulses:</p>	$E_{KIN} = \frac{1}{2m} p^2$
	$v = \sqrt{\frac{2 E_{KIN}}{m}}$
	$p = \sqrt{2m \cdot E_{KIN}}$
	$E_{KIN} = \frac{1}{2} p^2$
	weiß nicht

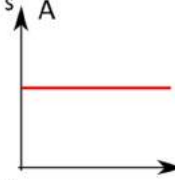
Physik 4 (Item 4)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.55	0.18	0.85	-2.0

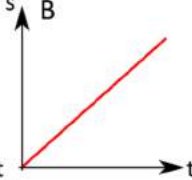


5. Welches der folgenden Zeit-Orts-Diagramme beschreibt die Bewegung eines Schlittens, der sich mit konstanter Geschwindigkeit über eine horizontale Eisfläche bewegt?

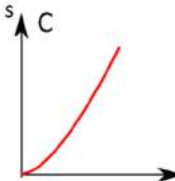
(Im Diagramm ist der Ort des Schlittens s über die Zeit t aufgetragen).



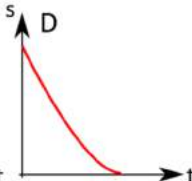
A



B



C



D

A

B

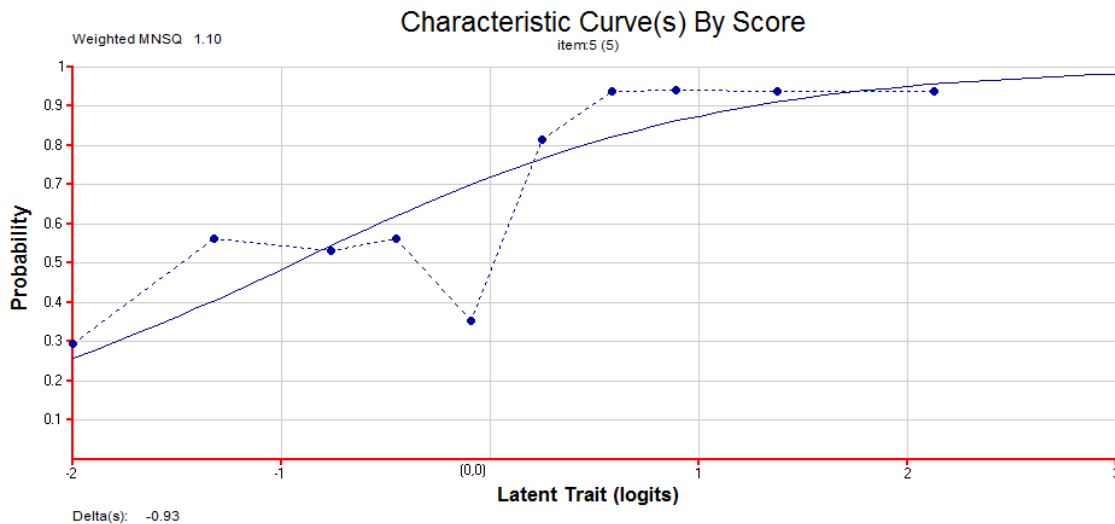
C


D

weiß nicht

Physik 5 (Item 5)

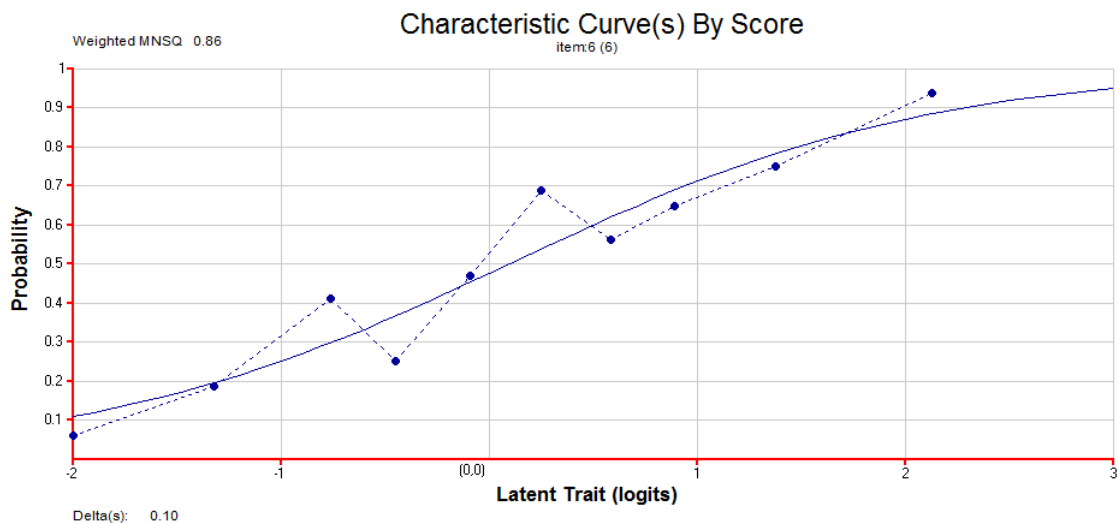
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.93	0.19	1.10	1.1



<p>7. Pia und Edgar befinden sich in zwei verschiedenen Ruderbooten dicht nebeneinander auf einem See. Edgar hat noch seinen Opa dabei.</p> <p>Pia drückt mit ihrem Ruder gegen Edgars Boot.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ergänzen Sie folgenden Satz: Wenn Pia das Boot von Edgar wegstößt, ...</p>	<p>... wirkt nur eine Kraft auf Pias Boot.</p> <p>... wirkt nur eine Kraft auf Edgars Boot.</p> <p>... wirkt auf Pias Boot eine entgegengesetzte Kraft, die genauso groß ist wie die Kraft auf Edgars Boot.</p> <p>... wirkt auf Pias Boot eine entgegengesetzte Kraft, die kleiner ist als die Kraft auf Edgars Boot.</p> <p>weiß nicht</p>
---	--

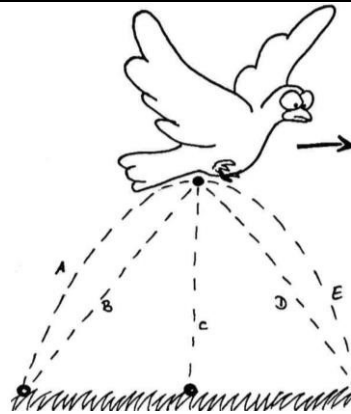
Physik 6 (Item 6)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.10	0.18	0.86	-1.9



6. Eine Taube fliegt mit konstanter Geschwindigkeit auf horizontaler Bahn und lässt dabei Kot fallen.

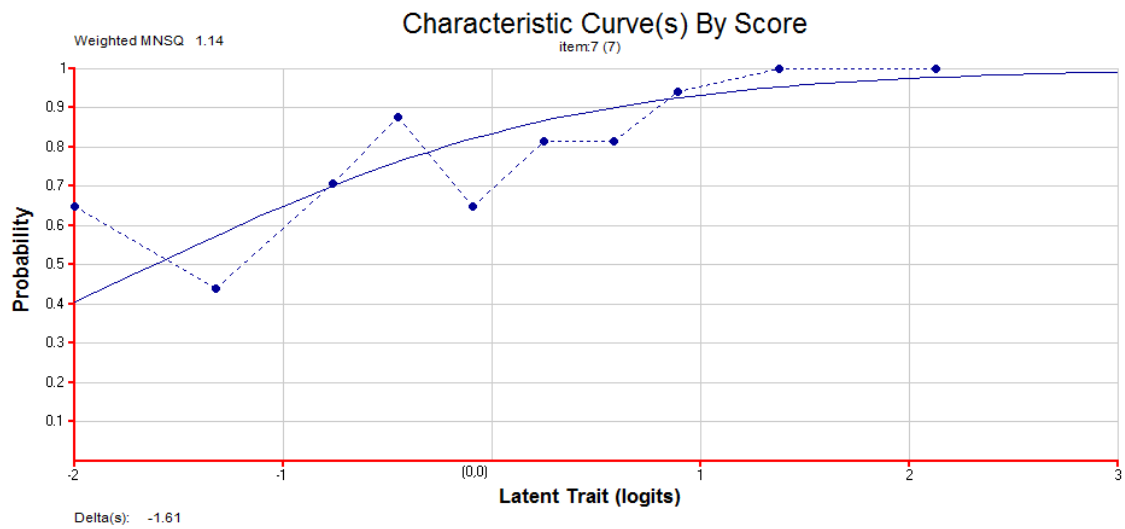
Entlang welcher Flugbahn fällt der Kot zu Boden?
(Vernachlässigen Sie die Luftreibung!)

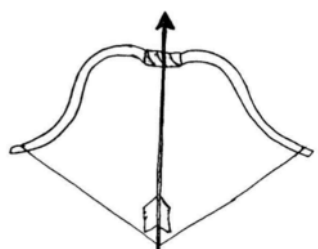


- A
- B
- C
- D
- E
- weiß nicht

Physik 7 (Item 7)

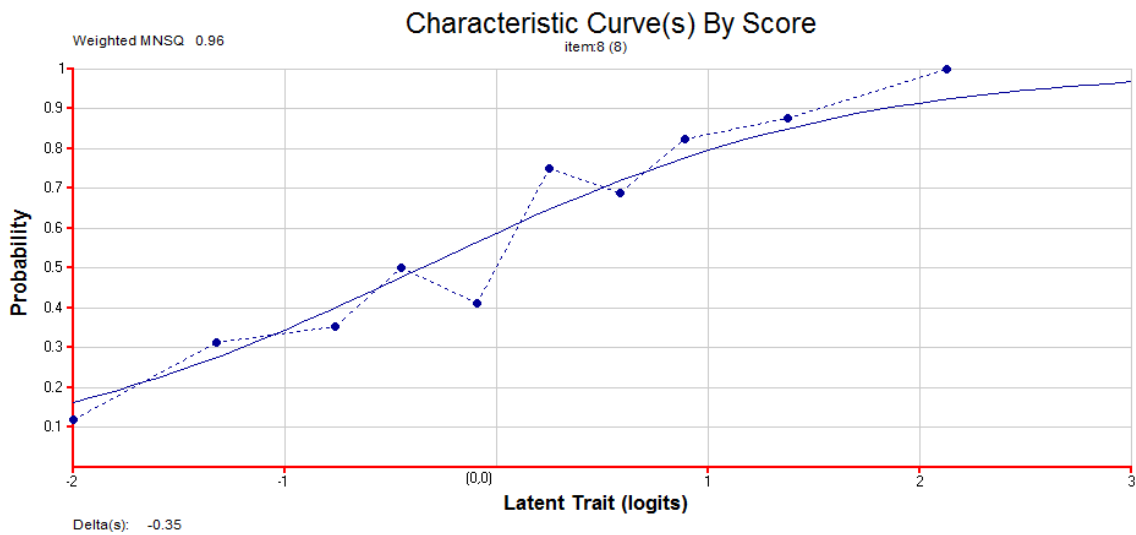
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-1.61	0.21	1.14	1.2



<p>8. Ein Pfeil wird mit einem Bogen senkrecht nach oben geschossen.</p> <p>Welche physikalische Größe nimmt nach dem Abschuss des Pfeiles zu? (Also sobald der Pfeil den Bogen verlassen hat.)</p>		<p>Beschleunigung</p> <p>Geschwindigkeit</p> <p>Potentielle Energie</p> <p>Kinetische Energie</p> <p>weiß nicht</p>
---	--	---

Physik 8 (Item 8)

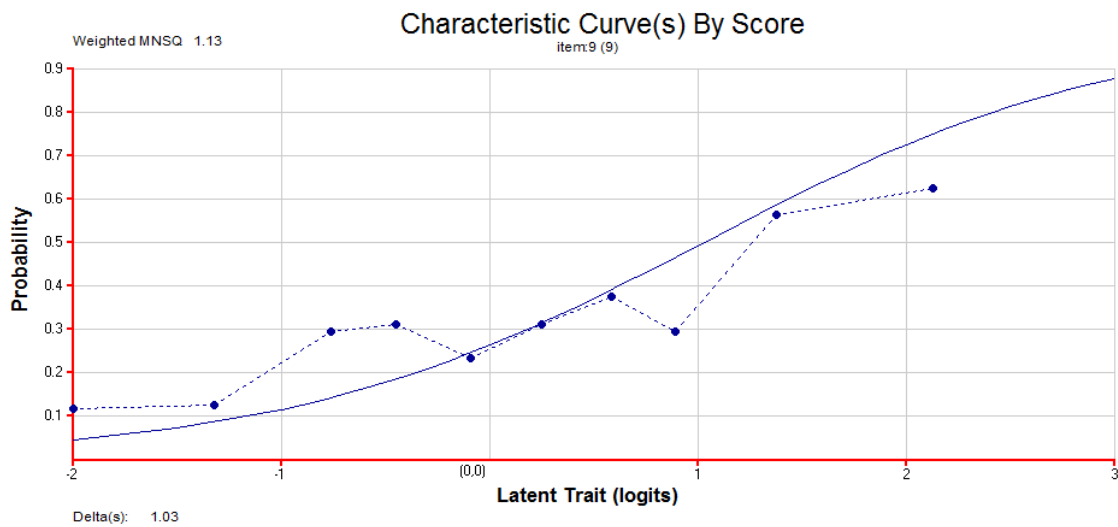
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.35	0.18	0.96	-0.5



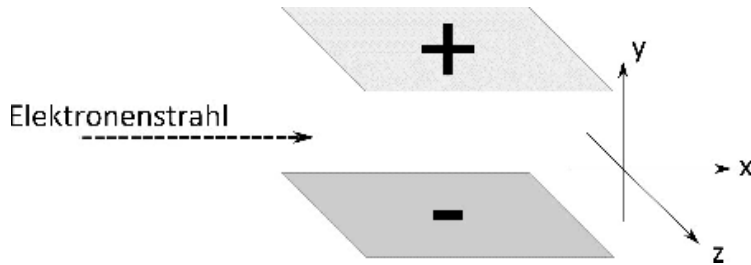
<p>9. Die Behälter A bis C unterscheiden sich durch ihre Geometrie. Alle Behälter sind mit Wasser gefüllt.</p> <p>In welchem Behälter ist der Druck in der Flüssigkeit am Behälterboden am größten?</p>		<p>in Behälter A</p> <p>in Behälter B</p> <p>in Behälter C</p> <p>in allen Behältern gleich</p> <p>weiß nicht</p>
---	--	---

Physik 9 (Item 9)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.03	0.19	1.13	1.5



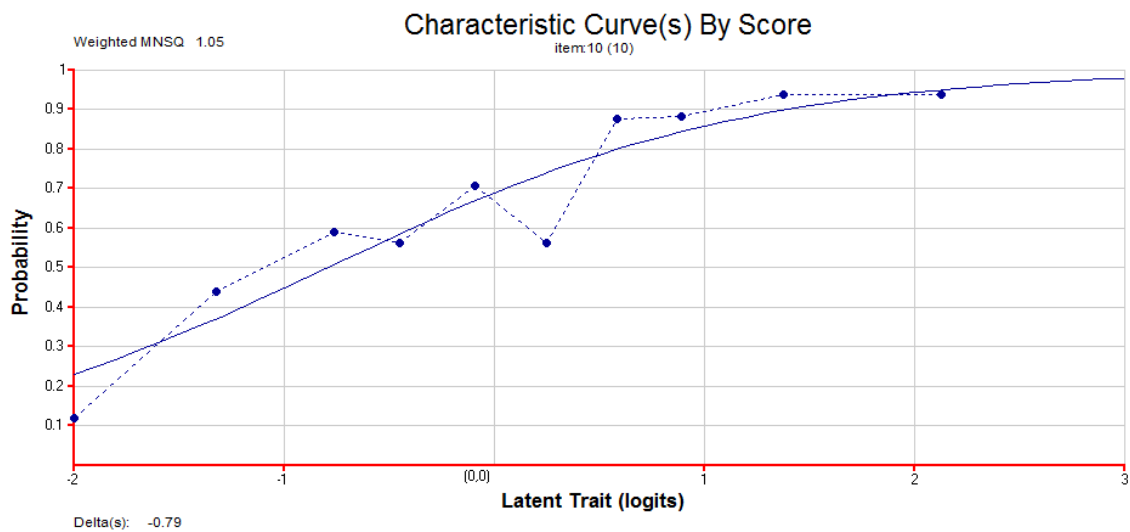
10. Die Flugrichtung der Elektronen vor Eintritt in das Feld eines geladenen Kondensators sei entlang der x-Richtung (siehe Skizze). In welche Richtung wird der Elektronenstrahl beim Durchlaufen des Plattenkondensators abgelenkt?



- + y-Richtung
- y-Richtung
- + z-Richtung
- z-Richtung
- weiß nicht

Physik 10 (Item 10)

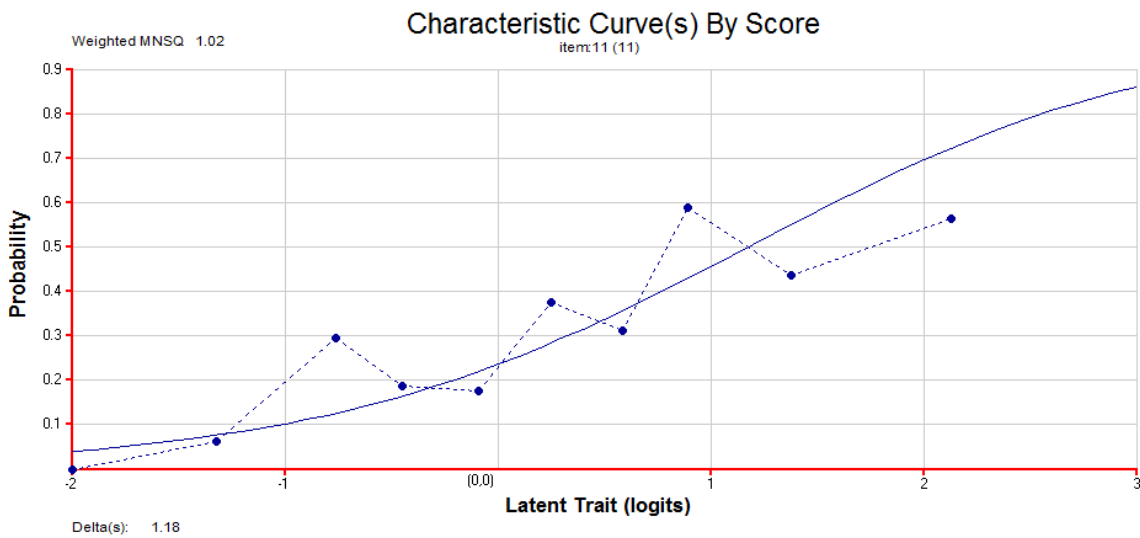
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.80	0.19	1.05	0.6



	<p>11. Eine Leiterschleife wird in einem homogenen Magnetfeld bewegt.</p> <p>Bei welcher der gezeigten Bewegungen wird in der Leiterschleife eine Spannung induziert? (Siehe Skizze)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • parallel zu den Magnetfeldlinien • senkrecht zu den Magnetfeldlinien • rotierend in der Zeichenebene • rotierend aus der Zeichenebene hinaus • weiß nicht
--	--	---

Physik 11 (Item 11)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.18	0.19	1.02	0.3



12. Um den Widerstand einer Glühlampe experimentell zu bestimmen, sollte folgender Aufbau verwendet werden:

1

2

3

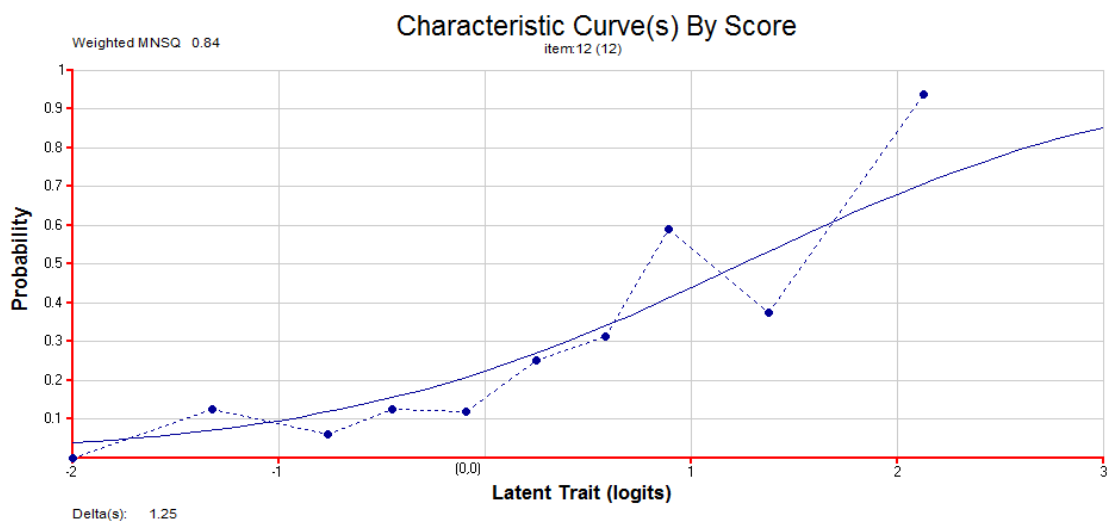
4

⊗ Lampe
 V Spannungsmessgerät
 A Strommessgerät
 +|- Batterie

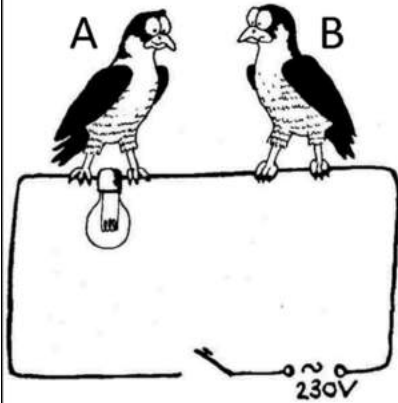
Aufbau 1
Aufbau 2
Aufbau 3
Aufbau 4
weiß nicht

Physik 12 (Item 12)

σ	<i>Error</i>	<i>Infit MNSQ</i>	<i>Infit std</i>
1.25	0.20	0.84	-1.8



13. Eine Glühlampe ist über einen idealen blanken Draht an 230V Wechselstrom angeschlossen. Der Schaltkreis kann mit einem Schalter unterbrochen werden.



Zwei Vögel sitzen auf dem Schaltkreis (siehe Skizze). Der erste Vogel A steht auf der blanken Leitung mit je einem Bein auf beiden Seiten der Glühlampe, der zweite Vogel B steht auf der blanken Leitung.

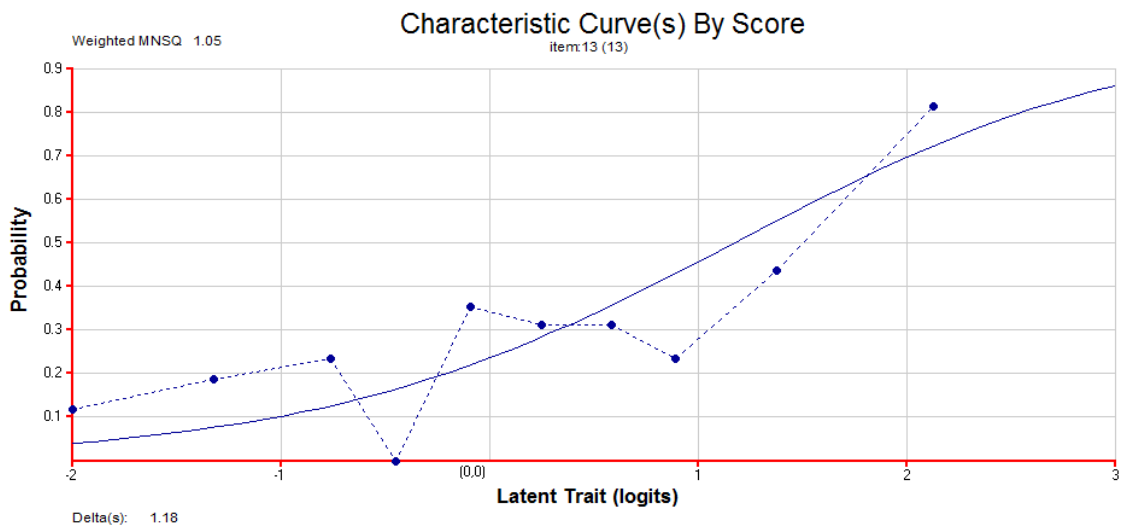
steht auf der blanken Leitung.

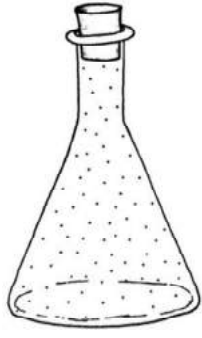
Was geschieht wenn der Schalter geschlossen wird?

- nur Vogel A bekommt einen Schlag
- nur Vogel B bekommt einen Schlag
- beide Vögel bekommen einen Schlag
- kein Vogel bekommt einen Schlag
- weiß nicht

Physik 13 (Item 13)

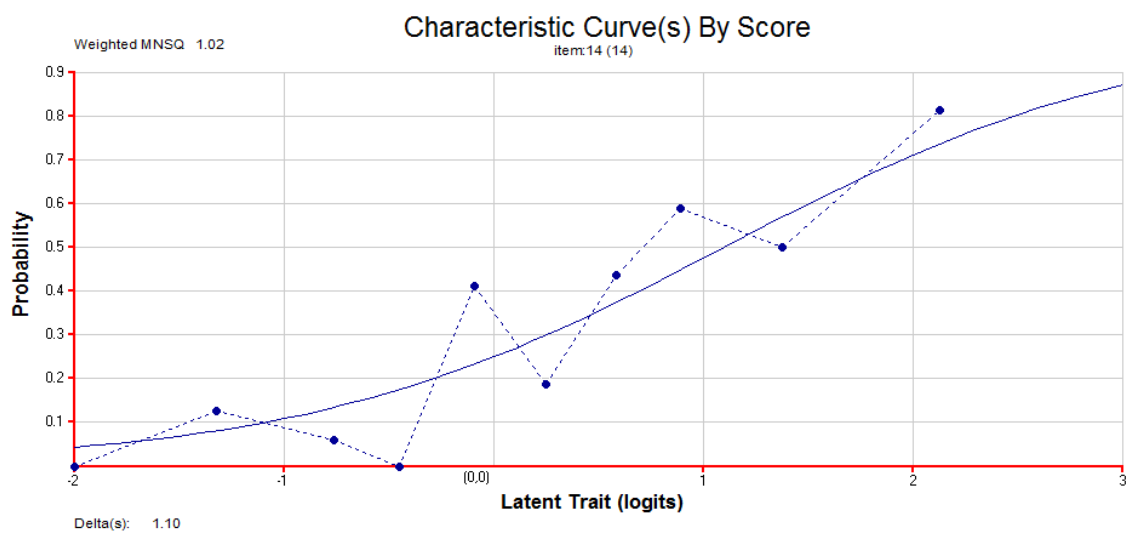
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.18	0.19	1.05	0.6

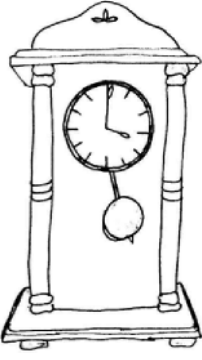


<p>14. Die Abbildung zeigt ein mit Stickstoff gefülltes Gefäß. Entsprechend dem Teilchenmodell der Gase sind die Stickstoffteilchen als Punkte dargestellt.</p> <p>Ergänzen Sie folgenden Satz:</p> <p>Im Raum zwischen den Stickstoffteilchen ...</p>		<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> befindet sich nichts (keine Materie). <input type="radio"/> befindet sich Luft. <input type="radio"/> befindet sich Sauerstoff. <input type="radio"/> befinden sich Elektronen. <input type="radio"/> weiß nicht
--	---	--

Physik 14 (Item 14)

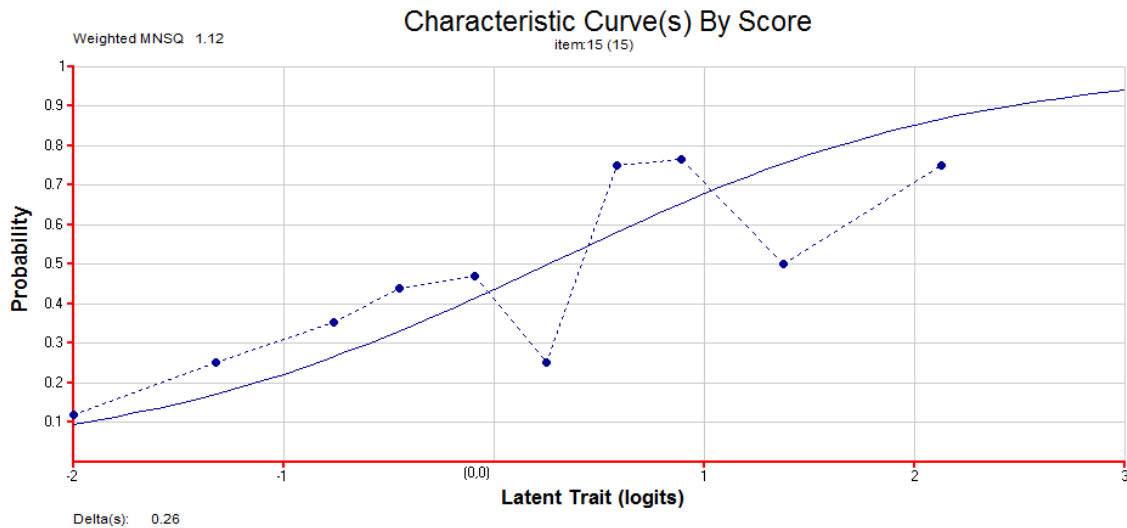
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.10	0.19	1.02	0.2



	<p>15. Die Länge des Pendels gibt bei einer Pendeluhr den Takt an. Je länger das Pendel, desto länger ist sein Takt. Was geschieht, wenn eine richtig gehende Pendeluhr in ein Zimmer gestellt wird, das wesentlich wärmer ist?</p>	<p><input type="radio"/> Die Uhr geht weiterhin richtig. <input type="radio"/> Die Uhr geht nach. <input type="radio"/> Die Uhr geht vor. <input type="radio"/> Kann man nicht sagen. <input type="radio"/> weiß nicht</p>
---	---	--

Physik 15 (Item 15)

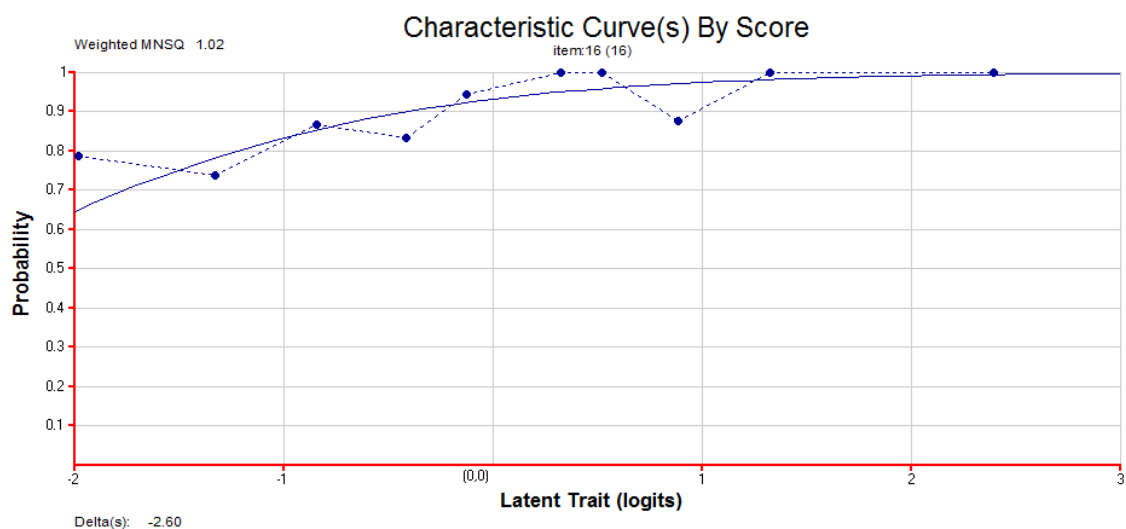
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.26	0.18	1.12	1.6



1. Wie lautet die richtige Lösung? $\frac{7}{6} - \frac{3}{18} =$	<input type="radio"/>	$\frac{1}{2}$
	<input type="radio"/>	1
	<input type="radio"/>	$-\frac{1}{3}$
	<input type="radio"/>	3
	<input type="radio"/>	weiß nicht

Mathe 1 (Item 16)

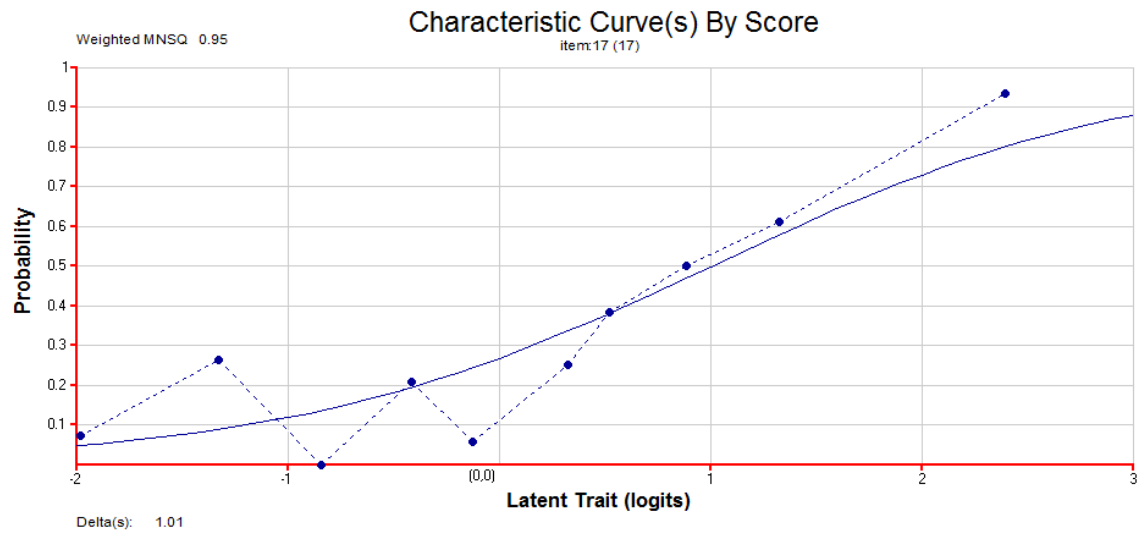
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-2.60	0.27	1.02	0.2



2. Welche Umformung $\frac{2}{\sqrt{2}}$ des Terms ist korrekt?	<input type="checkbox"/> $\sqrt{2}$
	<input checked="" type="checkbox"/> -1
	<input type="checkbox"/> $-\frac{\sqrt{2}}{2}$
	<input type="checkbox"/> $(\sqrt{2})^{-1}$
	<input type="checkbox"/> weiß nicht

Mathe 2 (Item 17)

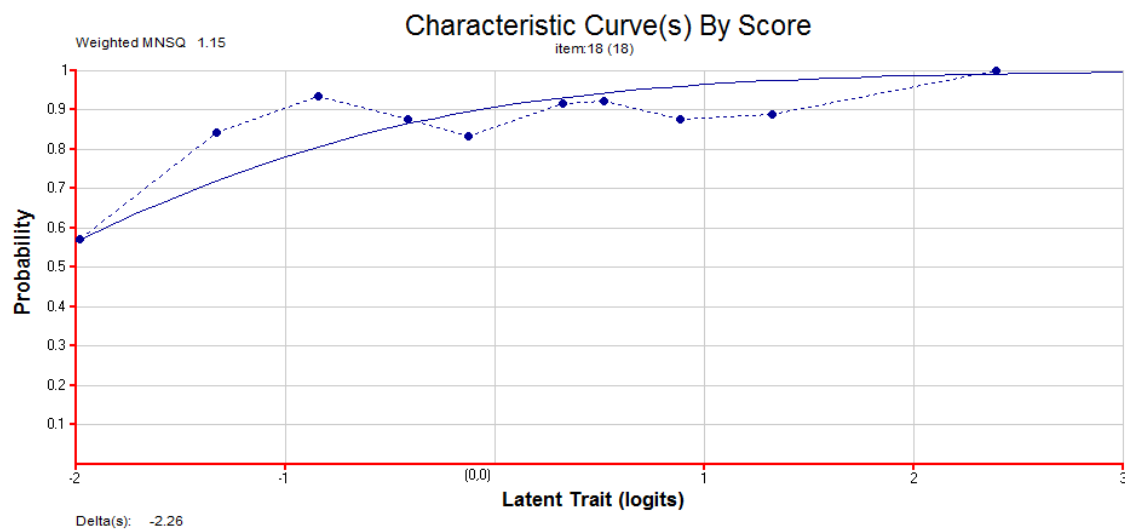
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.01	0.19	0.95	-0.6



<p>3. Wie lautet die Ableitung der Funktion f?</p> $f(x) = 2x^3$	<div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> $f'(x) = 2x^2$ $f'(x) = 6x^2$ $f'(x) = 6x$ $f'(x) = x^3$ </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; margin-top: 10px;"> weiß nicht </div>
--	--

Mathe 3 (Item 18)

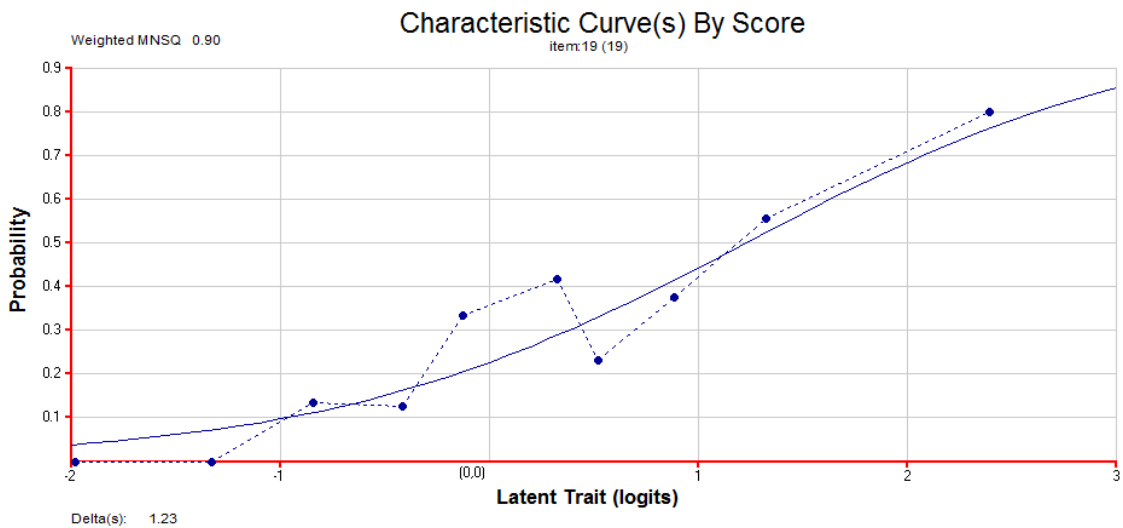
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-2.26	0.25	1.15	1.0



<p>4. Welche Umformung des Terms ist korrekt?</p> $\frac{1}{3a + \sqrt{b}}$	<div style="background-color: #e0e0e0; padding: 5px; border: 1px solid black;"> $\frac{1}{9a^2 - b}$ $\frac{3a + \sqrt{b}}{9a^2 - b}$ $\frac{3a - \sqrt{b}}{9a^2 - b}$ $\frac{3a - \sqrt{b}}{9a^2 + b}$ </div> <p>weiß nicht</p>
---	--

Mathe 4 (Item 19)

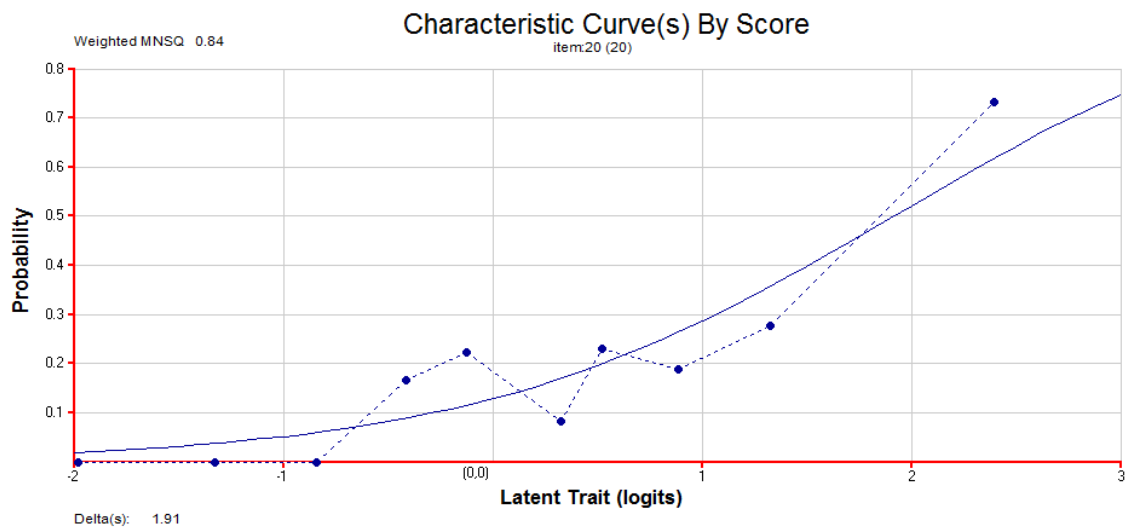
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.23	0.20	0.90	-1.1



<p>5. Wie lautet die Ableitung von der Funktion x unter folgender Bedingung?</p> $x(t) = A \cdot \sin(\varphi);$ <p>mit: A = konst. , $\varphi = \varphi(t)$</p> <p>(hier wird folgende Darstellung für die Ableitung verwendet: $x'(t) = \dot{x}(t)$ und es gilt $A(t) = A$ sowie $\dot{\varphi}(t) = \dot{\varphi}$)</p>	$\dot{x}(t) = \dot{A} \cdot \sin(\varphi) + A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$
	$\dot{x}(t) = 1$
	$\dot{x}(t) = \dot{A} \cdot \sin(\varphi)$ $\dot{x}(t) = A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$
	weiß nicht

Mathe 5 (Item 20)

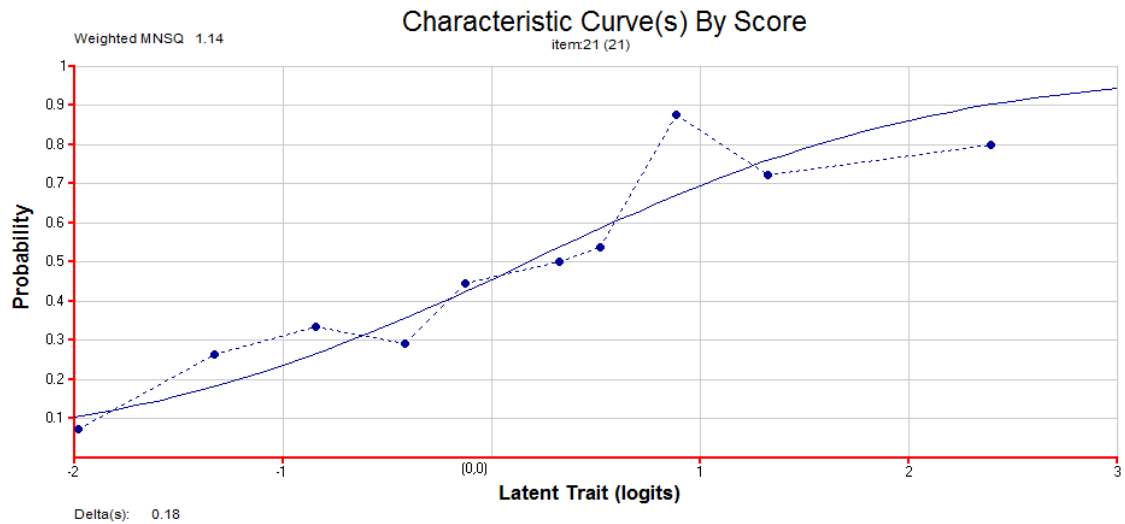
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.91	0.22	0.84	-1.3



6. Die Ableitung der Funktion f mit $f(x) = \cos(x)$ lautet: $f'(x) = \sin(x)$.	wahr
	falsch
	weiß nicht

Mathe 6 (Item 21)

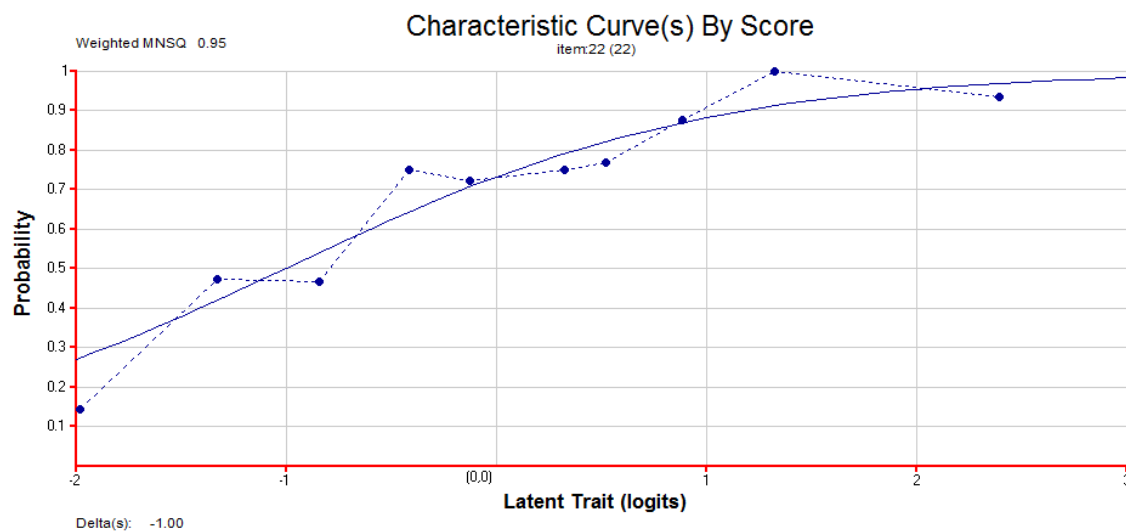
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.18	0.18	1.14	1.9



7. Eine Gerade mit der Steigung b steht immer senkrecht zu einer anderen Geraden mit der Steigung $-\frac{1}{b}$.	wahr
	falsch
	weiß nicht

Mathe 7 (Item 22)

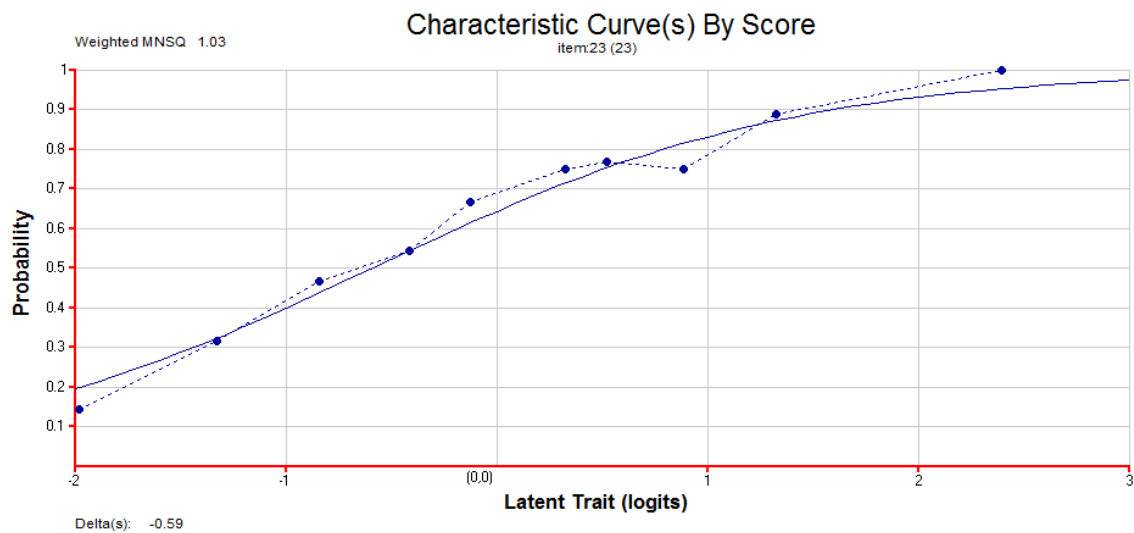
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-1.00	0.19	0.95	-0.6



8. Spiegelt man die Sinus-Funktion an der y-Achse, so erhält man die Cosinus-Funktion.	wahr
	falsch
	weiß nicht

Mathe 8 (Item 23)

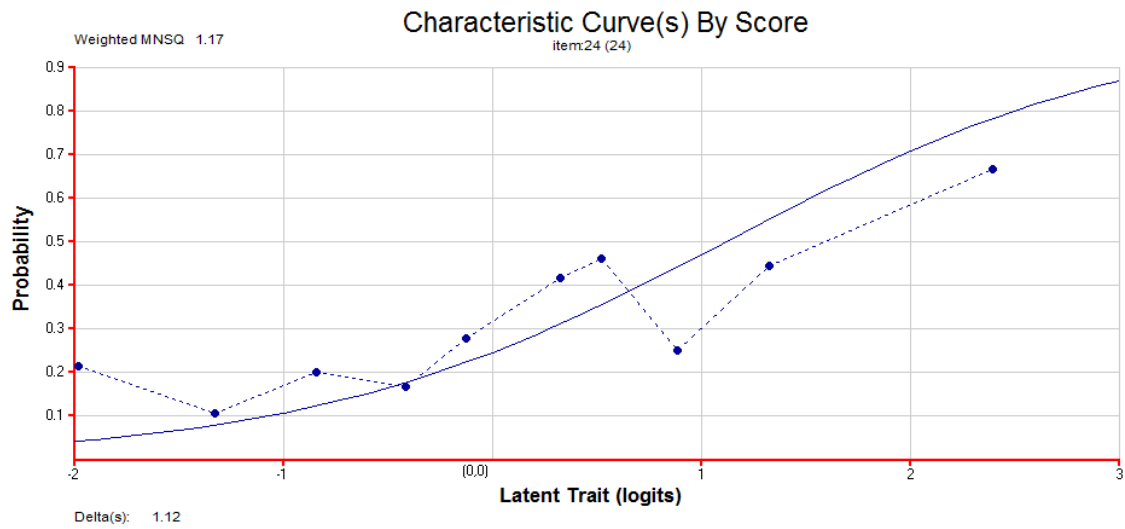
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.59	0.18	1.03	0.4



9. Multipliziert man einen Vektor mit einem Skalar, kann sich seine Orientierung ändern.	wahr
	falsch
	weiß nicht

Mathe 9 (Item 24)

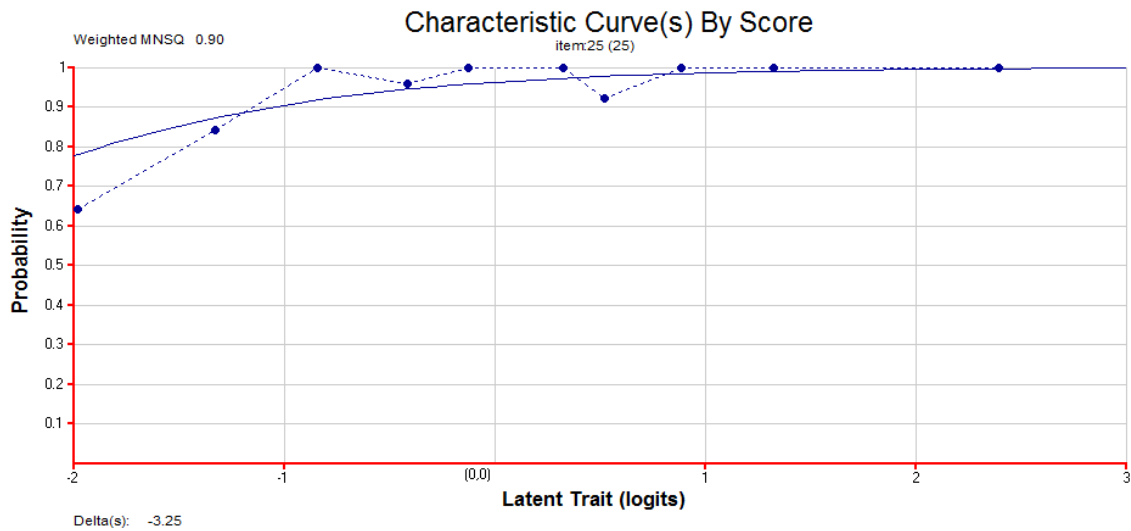
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.12	0.19	1.17	1.9



10. Bei der Darstellung einer Geraden in Normalform ($f(x) = mx + n$) beschreibt m die Steigung der Geraden.	wahr
	falsch
	weiß nicht

Mathe 10 (item 25)

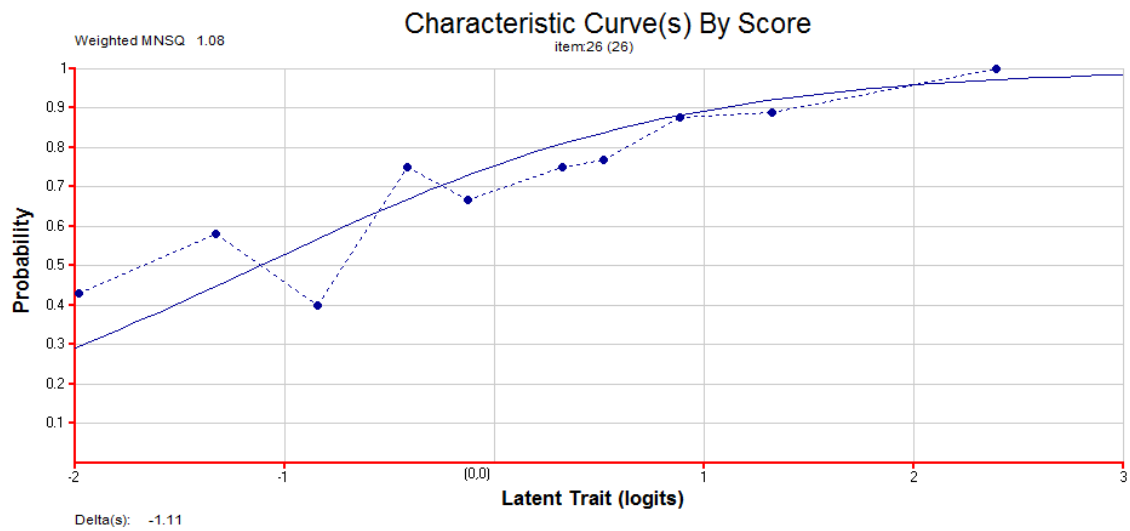
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-3.25	0.34	0.90	-0.3



<p>11. Es gilt:</p> $\int_a^b (f(x) + g(x))dx = \int_a^b f(x)dx + \int_a^b g(x)dx$ <p>für alle f, g integrierbar.</p>	<p>wahr</p> <p>falsch</p> <p>weiß nicht</p>
---	---

Mathe 11 (Item 26)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-1.11	0.19	1.08	0.9



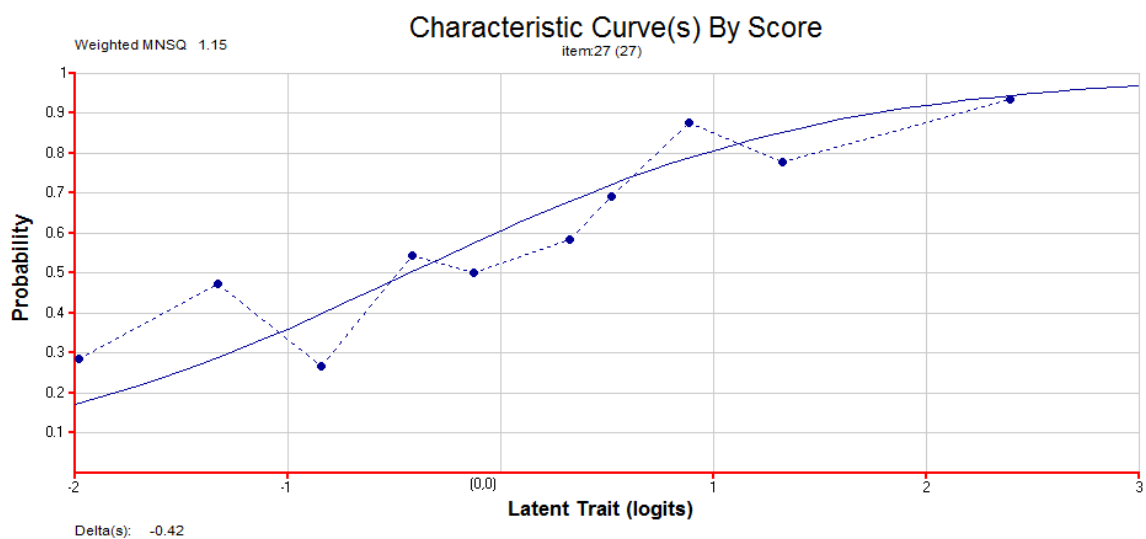
12. Welcher Funktionsgraph entspricht einer Stammfunktion F von f mit

$$f(x) = x^3 ?$$

weiß nicht

Mathe 12 (Item 27)

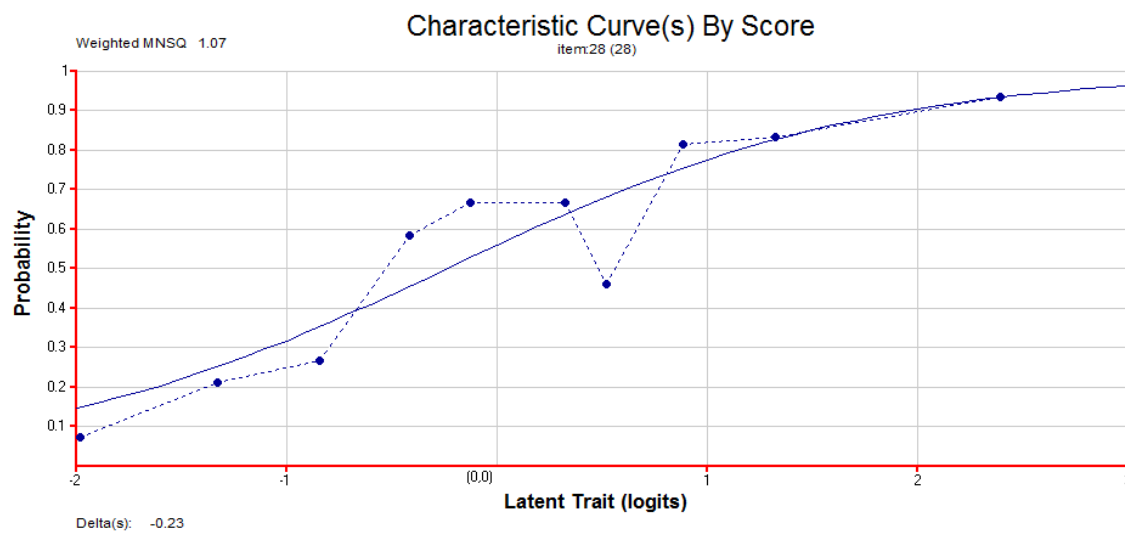
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.42	0.18	1.15	1.9



13. Wie viele Lösungen hat die Gleichung? $(x + 17)(x - 17) = 3$	eine
	zwei
	keine
	unendlich viele
	weiß nicht

Mathe 13 (Item 28)

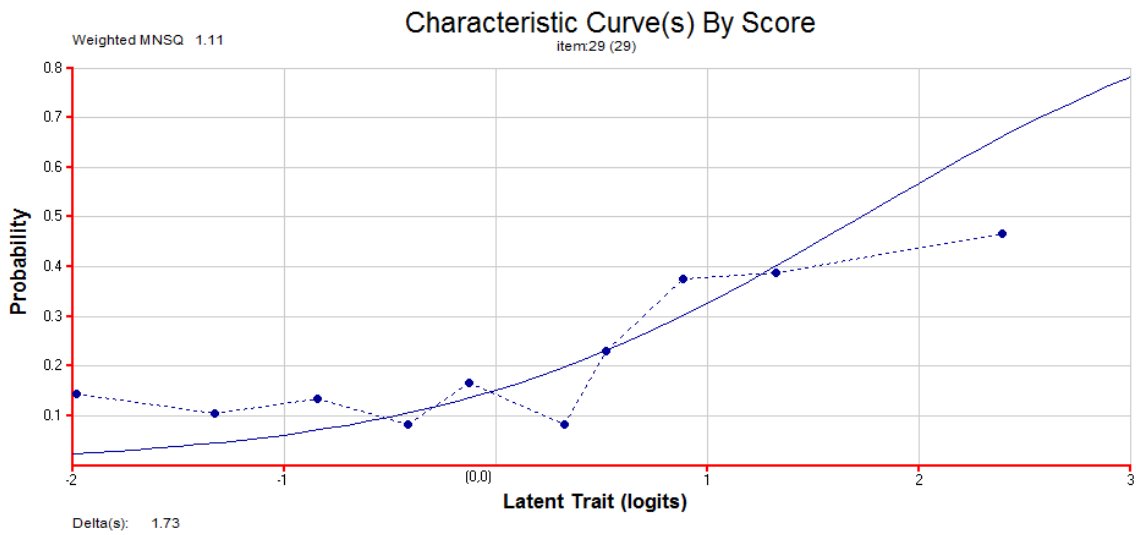
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
-0.23	0.18	1.07	1.0



14. Wie viele Lösungen hat die Gleichung? $8x + x^2 = (x + 3)(5 + x) - 15$	eine
	zwei
	keine
	unendlich viele
	weiß nicht

Mathe 14 (Item 29)

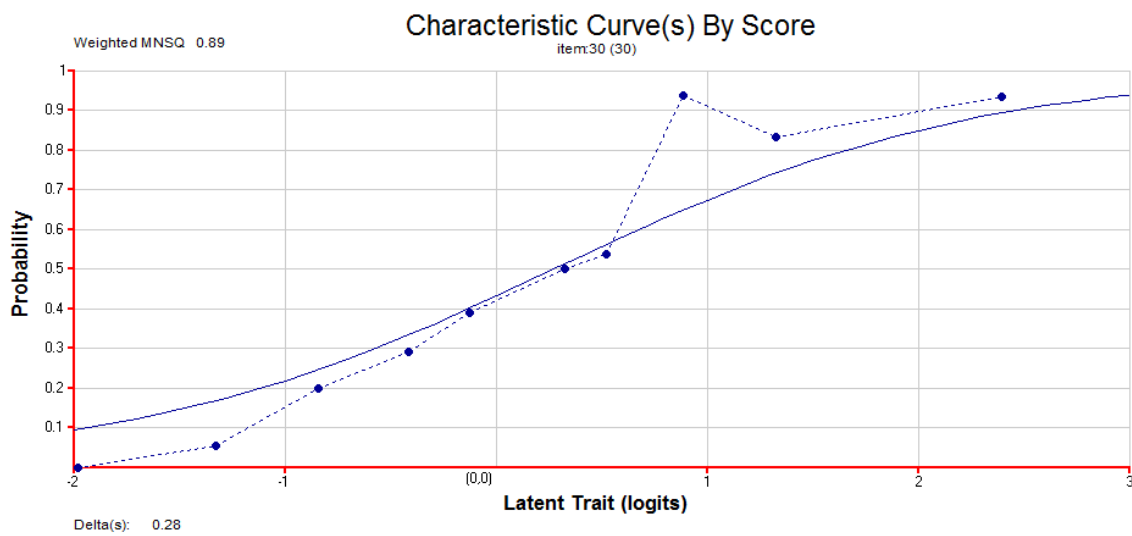
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.73	0.21	1.11	0.9



<p>15. Wie lang ist der Vektor?</p> $\vec{v} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$	<input type="radio"/> $ \vec{v} = -\sqrt{2}$
	<input type="radio"/> $ \vec{v} = 2$
	<input type="radio"/> $ \vec{v} = 1$
	<input type="radio"/> $ \vec{v} = \sqrt{2}$
	<input type="radio"/> weiß nicht

Mathe 15 (Item 30)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.28	0.18	0.89	-1.5



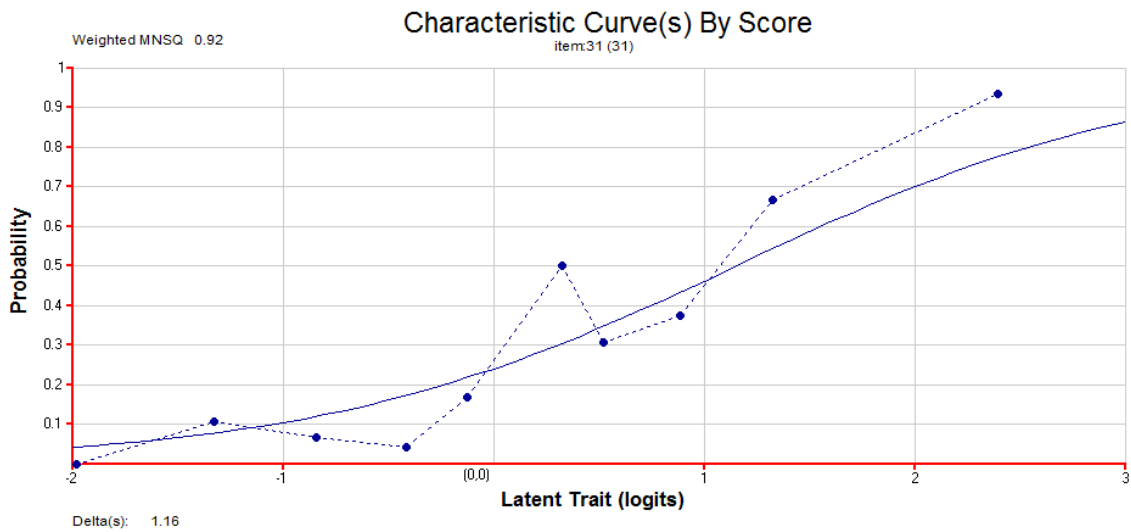
16. Welcher Vektor \vec{w} steht senkrecht zu \vec{v} und \vec{u} ?

$\vec{v} = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad \vec{u} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

<input type="radio"/>	$\vec{w} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ -4 \end{pmatrix}$
<input type="radio"/>	$\vec{w} = \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \\ 4 \end{pmatrix}$
<input type="radio"/>	$\vec{w} = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix}$
<input type="radio"/>	$\vec{w} = \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix}$
<input type="radio"/>	weiß nicht

Mathe 16 (Item 31)

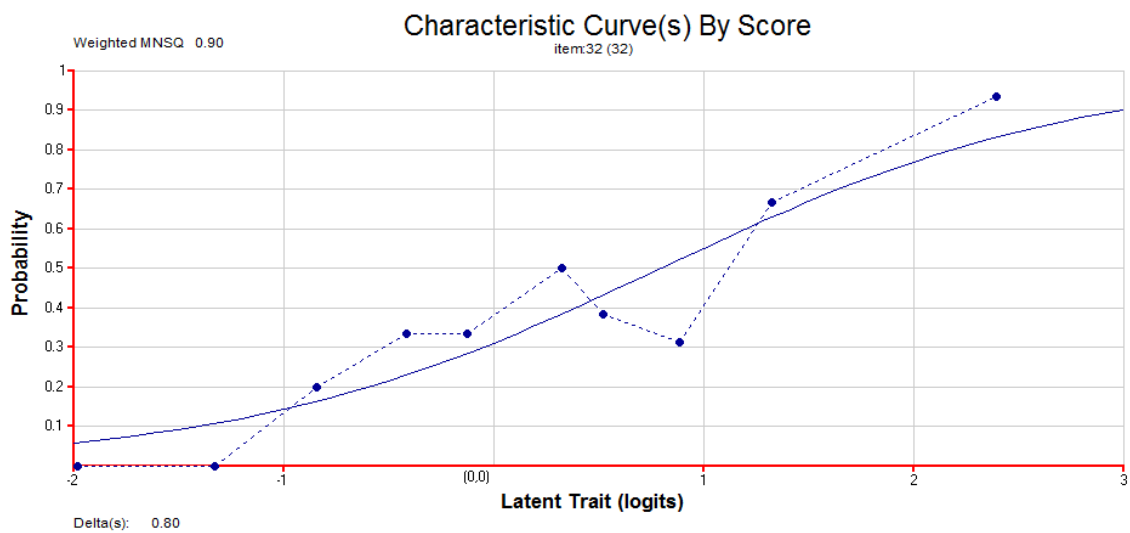
σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
1.16	0.19	0.92	-0.9



<p>17. Wie lautet die Ableitung von der Funktion x unter folgender Bedingung?</p> <p style="text-align: center;">$x(t) = A \cdot \sin(\varphi)$</p> <p>mit: $A = A(t)$, $\varphi = \text{konst.}$ (hier wird folgende Darstellung für die Ableitung verwendet: $x'(t) = \dot{x}(t)$ und es gilt $A(t) = A$ sowie $\dot{\varphi}(t) = \dot{\varphi}$)</p>	$\dot{x}(t) = A \cdot \sin(\varphi) + A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$
	$\dot{x}(t) = 1$
	$\dot{x}(t) = A \cdot \sin(\varphi)$
	$\dot{x}(t) = A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$
	weiß nicht

Mathe 17 (Item 32)

σ	Error	Infit MNSQ	Infit std
0.80	0.19	0.90	-1.3



B Darstellung der Items mit den jeweiligen Faktorladungen und Faktorzugehörigkeiten

Gemäß Hair et al. (2014) gelten Ladungen zwischen .30 und .40 als minimal, ab .40 als interpretierbar und ab .50 als praktisch relevant.

Iteminhalt	Variablennummer	Itemname	Ladung	Ladung	Ladung	Faktorname
			EFA N = 251	CFA N = 247	CFA Hauptstichprobe N = 116	
Studienanforderungen	V1					
Berufsperspektiven, die mit dem Studium verbunden sind	V2					
Lern- und Arbeitsformen im Studium	V3					
Mir war es wichtig, mich bei der Studienwahl nach meinen eigenen Interessen zu richten.						
Ich habe mich für den Studiengang entschieden, da ich großes Interesse für das Fach Physik besitze.						
Ich habe meine eigenen Kompetenzen und Fähigkeiten mit den Anforderungen des Studiums abgeglichen	V4	Item 1	0.52	0.43		Studieninformiertheit
Mir war es wichtig mich bei der Studienwahl nach meinen eigenen Fähigkeiten zu richten.	V5	Item 2	0.54			
Ich habe mich kritisch mit meinem Studienwunsch auseinandergesetzt.	V6	Item 3	0.51	0.68	0.59	Studieninformiertheit
Ich habe mich im Vorfeld über meine Hochschule informiert.	V7	Item 4	0.56	0.60	0.69	Studieninformiertheit
Ich habe Informationsveranstaltungen zum Studium besucht.	V8	Item 5	0.41			Studieninformiertheit
Ich habe mich im Vorfeld über die Anforderungen im Studium informiert (bspw. durch Lesen der Studienordnung).	V9	Item 6	0.66	0.67	0.71	Studieninformiertheit
Ich plane ausreichend Zeit für Vor- und Nachbereitungen ein.	V10	Item 7	0.54	0.64		Kontinuierliche Lernplanung
Ich halte mich bei der Planung meiner universitären Veranstaltungen an den vorgegebenen Plan.	V11					
Wenn möglich, wähle ich meine universitären Veranstaltungen so aus, dass die Beanspruchung über das Studium hinweg konstant bleibt.	V12					
Ich verlasse mich auf die Vorlesungsmaterialien der Dozierenden ohne eigene Aufzeichnungen.	V13					
Ich halte den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering.	V14					

Ich suche selbständig verständliche Quellen bearbeite und diese.	V15	Item 11	0.65	0.67	Eigenständige Lernplanung
Zum Lernen nutze ich auch vom Dozierenden angegebene Literatur.	V16	Item 12	0.61	0.73	Eigenständige Lernplanung
Ich bemühe mich frühzeitig um die Bildung von Lerngruppen (z.B. in Theoretischer Physik I)	V17	Item 14	0.76	0.82	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt
Ich verzichte auf Nachfragen bei dem/der Dozierenden und suche die Lösung im Vorlesungsmaterial.	V18				
Ich knüpfe und pflege Kontakte zu Mitstudierenden mit vergleichbaren Leistungen und fachlichen Interessen/Zielen.	V19	Item 15	0.65	0.68	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt / Strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte
Ich hole Informationen von erfahrenen Studierenden (bzgl. Prüfungen, Lehrveranstaltungen, ...) ein.	V20				
Bei Unklarheiten/Verständnisproblemen suche ich zu Hause (bspw. im Vorlesungsmaterial/Buch/Internet) nach Lösungen.	V21				
Ich bemühe mich um eine regelmäßige Anwesenheit.					
Ich schreibe in der Vorlesung mit, wenn kein Vorlesungsmaterial zur Verfügung steht.	V22				
Ich schreibe in der Vorlesung mit, auch wenn Vorlesungsmaterialien zur Verfügung stehen.					
Eine eigene Strukturierung/Aufbereitung der Inhalte, z.B. aus Vorlesungsmaterialien, Büchern..., ist mir wichtig.	V23	Item 13	0.43	0.51	Eigenständige Lernplanung
Mir ist es wichtig, dem/der Dozierenden in der Vorlesung Fragen zu stellen.	V24	Item 22	0.50	0.63	Dozierendenkontakt
Ich vergleiche grundsätzlich meine eigenen Mitschriften mit denen von anderen Studierenden.	V25	Item 23	0.37		Dozierendenkontakt
Mir ist die Zusammenarbeit mit verschiedenen Studierenden zwecks Mitschriftenaustausch wichtig.	V26				
Ich bilde Lerngruppen mit TeilnehmerInnen, von denen ich noch etwas lernen kann.	V27	Item 16	0.83	0.77	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt / Strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte

	Item 17	0.77	0.75	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt
Ich erarbeite aktiv in der Lerngruppe einen Teil und tausche mich anschließend darüber aus.	V28			
Ich setze mir erreichbare Ziele.	V29			
Ich belohne mich, wenn ich ein Ziel erreicht habe.	V30			
Ich plane Lernen als festen Bestandteil des Alltags ein.	Item 8	0.63	0.70	Kontinuierliche Lernplanung
Ich lerne kontinuierlich semesterbegleitend.	Item 9	0.89	0.91	Kontinuierliche Lernplanung
Ich lerne in zeitlicher Nähe zur Lehrveranstaltung.	Item 10	0.64	0.67	Kontinuierliche Lernplanung
Ich lerne auf Verständnis.	V34			
Ich beschaffe mir alte Klausuren als Lerngrundlage.	V35			
Ich lasse mich durch schlechte Prüfungsergebnisse nicht demotivieren.	V36			
Ich hole mir regelmäßiges Feedback während der Erstellung der schriftlichen Hausarbeit von dem/der BetreuerIn ein.				
Ich spreche Zeitplan, Umfang & Fragestellung mit dem/der BetreuerIn ab.				
Ich richte Zeitpuffer für mögliche Verzögerungen beim Erstellen der schriftlichen Hausarbeit ein.				
Ich überlege mir zuvor eine klare Aufgabenstellung.				
Ich nehme Anfangs eine inhaltliche Strukturierung vor.				
Ich hole mir Feedback zu meinen Zwischenschritten/Zwischenergebnissen.				
Ich gehe mit kritischem Feedback aktiv und konstruktiv um.	V37			
Im ersten Semester verzichte ich möglichst auf einen Nebenjob.	V38			
Ich plane einen etwaigen Nebenjob auch in meinen Studienverlauf ein.	V39			
Während des Studiums nehme ich eine möglichst fachnahe Tätigkeit auf.	V40			
Ich bin bereit, meine privaten Interessen dem Studium unterzuordnen.				
Ich nutze täglich mehrere soziale Netzwerke (Facebook, WhatsApp, Twitter, o.ä.).	V41	0.57	0.69	Affinität für soziale Netzwerke
Ich bin per Handy immer erreichbar.	V42			
Wenn ich angeschrieben werde (WhatsApp, Facebook, o.ä.), schreibe ich innerhalb weniger Minuten zurück.	V43	0.61	0.62	Affinität für soziale Netzwerke
Die Pausen zwischen den Veranstaltungen nutze ich mit dem Gebrauch sozialer Netzwerke aus.	V44	0.90	0.75	Affinität für soziale Netzwerke

	Item 30	0.63	0.70	Affinität für soziale Netzwerke
Ich nutze mein Handy privat, auch während universitärer Veranstaltungen.	V45			
Im Allgemeinen bin ich mit meinem Studium zufrieden.	V46	Item 31 -0.67	0.82	Studienszufriedenheit
Wenn ich eine gute Alternative hätte, würde ich das Studium abbrechen	V47	Item 32 0.68	-0.55	Studienszufriedenheit
Mein Interesse am Fach Physik ist im Verlauf meines Studiums weitgehend verloren gegangen	V48	Item 33 0.75	-0.51	Studienszufriedenheit
Ich würde den Kontakt zu anderen Studierenden einschränken, und würde versuchen die Aufgaben allein zu lösen.	V49	Item 18 -0.49		Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt
Ich würde versuchen eine Lerngruppe zu finden/zu gründen und die Aufgaben mit den anderen zusammen zu bearbeiten.	V50	Item 19 0.72	0.68	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt
Wenn ich die Bearbeitung der Übungen nicht schaffe, würde ich die Lösungen von anderen Studierenden abschreiben.	V51			
Ich würde gar nichts tun, da es normal ist, sich im ersten Semester überfordert zu fühlen.	V52	Item 37 0.57	0.45	Unbekümmerte Passivität
Ich würde nichts sagen, da somit die Aufgaben schneller fertig berechnet sind.	V53			
Ich würde die anderen der Übungsgruppe um eine Erklärung bitten, da dadurch nicht nur ich, sondern alle profitieren.	V54			
Ich würde die Aufgaben bis zum unklaren Punkt durcharbeiten und anschließend konkrete Fragen stellen.	V55			
Ich würde auf andere Studierende der gleichen Vorlesung zugehen und diese um Hilfe bitten.	V56	Item 20 0.40	0.56	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt / Strategische Lerngruppenplanung und Studierendenkontakte
Ich würde mir die unklaren Punkte der Vorlesung notieren und anschließend bei dem/der Dozierenden nachfragen.	V57	Item 24 0.88	0.89	Dozierendenkontakt
Ich würde mir keine Sorgen machen, da die anderen es auch nicht verstehen.	V58	Item 38 0.82	0.86	Unbekümmerte Passivität
Ich würde die vorlesungsbedingten Probleme, beispielsweise zu hohe Vorlesungsgeschwindigkeit, auf den Punkt bringen und diese dem/der Dozierenden vortragen.	V59	Item 25 0.69	0.71	Dozierendenkontakt
Ich würde die Vorlesung nicht mehr besuchen und die Inhalte mittels anderer Quellen erarbeiten.	V60			

Ich würde mir keine Sorgen machen, da ich die Inhalte später für die Prüfung lerne.	V61	Item 39	0.76	0.52	Unbekümmerte Passivität
Ich würde Studierende, die bereits das Grundpraktikum erfolgreich absolviert haben, aufsuchen und diese um Hilfe bitten.	V62				
Ich würde trotz Unklarheiten vorerst versuchen das Experiment ohne Hilfe anderer durchzuführen.	V63				
Das Nachfragen beim Tutor wäre mir zu unangenehm, so dass ich die Durchführung erst einmal allein versuchen würde.	V64				
Ich würde frühzeitig eine Lerngruppe mit anderen Studierenden gründen und die Prüfungssituation in der Gruppe simulieren.	V65	Item 21	0.50	0.53	Lerngruppenaffinität und Studierendenkontakt
Ich würde den Lernstoff für mich allein durcharbeiten und mich erst in der Prüfung auf den/die Fragende/n einstellen.	V66				
Ich würde vor der Prüfung das Gespräch ein- oder mehrmals mit dem/der Prüferin suchen, da es mir wichtig ist, dass der/die Fragende mich und meinen Wissensstand kennt.	V67		0.41	0.42	Dozierendenkontakt
Ich würde mich allein auf die mündliche Prüfung vorbereiten und auf den Austausch mit anderen Studierenden verzichten.	V68				
Ich würde feste Pausen in meinen Lernplan einbauen und mich an die Planung halten.	V69				
Ich würde mit anderen Studierenden eine Lerngruppe mit festen Terminen gründen.	V70				
Ich würde mir kleine Belohnungen einplanen, wenn ich einen Lernabschnitt erfolgreich bewältigt habe.	V71				
Das kann mir nicht passieren, da ich beim Lernen mein Handy immer lautlos stelle.	V72		0.86		Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit
Ich würde kurz nachsehen, ob es wichtig ist.	V73		-0.75		Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit
Ich schaue immer nach und schreibe sofort zurück.	V74				
Ich warte, bis ich eine Lernpause brauche und schaue dann nach.	V75		0.34		Ablenkbarkeit durch Handy in Lernzeit

C Fragebogen vom ersten Einsatz des Testinstruments



Liebe Studentinnen und Studenten,

der Fachbereich Physik der Freien Universität konstruiert im Rahmen des Projekts HeLP! ein Online-Self-Assessment. Dieses Beratungstool soll dazu dienen, Studieninteressierte im Vorfeld über den Studiengang zu informieren, Wissenslücken und falsche Erwartungen an das Physikstudium aufzudecken und Grundlagenwissen im Bereich Mathematik und Physik abzufragen.

In diesem Fragebogen geht es darum, inwieweit die Kenntnisse über die abgefragten Aspekte den Studieneinstieg erleichtern können.

Nur mit Ihrer Hilfe ist es möglich, diese wichtigen Informationen zu gewinnen und den Studieneinstieg langfristig zu verbessern!

Wir bitten Sie, ehrlich zu antworten und nicht zu raten, sondern ggf. „weiß nicht“ anzukreuzen.

Vielen Dank, dass Sie an unserer Befragung teilnehmen!



Nikola Schild
Projekt: HeLP! - Hochschulerverfolg im Lehramt Physik

Freie Universität Berlin
Fachbereich Physik
Didaktik der Physik
Arnimallee 14
D-14195 Berlin
Raum 1.4.55
Tel.: +49.30.838-56713
E-Mail: nikola.schild@fu-berlin.de


Die Teilnahme ist freiwillig und anonym. Aus der Nichtteilnahme erwachsen Ihnen keine Nachteile. Die Erhebung findet unter Kenntnisnahme der Datenschutzbeauftragten der FU Berlin statt.

1	<p>Code</p> <p>Bitte geben Sie in den folgenden Kästchen Ihren personenbezogenen Code an (Dieser Code dient der anonymen Zuordnung der einzelnen Fragebögen aus verschiedenen Erhebungszeitpunkten)!</p> <p>Die ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter (z.B. Maria = Ma)</p> <p>Die letzten beiden Buchstaben Ihres eigenen Vornamens (z.B. Sebastian = an)</p> <p>Den Tag Ihres Geburtstags in zwei Ziffern (03.12.87 = 03)</p> <p>Die letzten beiden Ziffern Ihrer Matrikelnummer (z.B. 4398835 = 35)</p>	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%; height: 100%;"> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="width: 30px; height: 20px;"></td></tr> </table>								

Bogen B 1

1. Physikalische Grundkenntnisse

Im Folgenden werden verschiedene Physikaufgaben dargestellt. Pro Aufgabe gibt es immer nur eine richtige Lösung. Ein Taschenrechner wird nicht benötigt. Ein Schmierblatt kann gerne verwendet werden.
Bitte kreuzen Sie die richtige Antwort an.

<p>1. Vervollständigen Sie folgenden Satz:</p> <p>Bei einem reibungsfrei schwingenden Fadenpendel wird die kinetische Energie periodisch...</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> ... in Kraft umgewandelt. <input type="radio"/> ... in potentielle Energie umgewandelt. <input type="radio"/> ... in Wärme umgewandelt. <input type="radio"/> ... konstant bleiben. <input type="radio"/> weiß nicht
<p>2. Ein Fadenpendel schwingt mit kleiner Amplitude. Die untenstehende Formel beschreibt dessen Schwingungsdauer T.</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ <p>Darin sind l die Länge des Fadens und g die Erdbeschleunigung.</p> <p>Wenn Sie die Länge l des Fadens gegenüber der ursprünglichen Länge vervierfachen, so ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> ... vervierfacht sich die Schwingungsdauer. <input type="radio"/> ... verdoppelt sich die Schwingungsdauer. <input type="radio"/> ... viertelt sich die Schwingungsdauer. <input type="radio"/> ... bleibt die Schwingungsdauer gleich. <input type="radio"/> weiß nicht
<p>3. Vervollständigen Sie folgende Aussage:</p> <p>Eine Kraft F, die einem Körper der Masse m die Beschleunigung a erteilt, ist gegeben durch ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> ... den Quotient aus Masse und Beschleunigung: $F = \frac{m}{a}$. <input type="radio"/> ... das Produkt aus Masse und Beschleunigung: $F = m \cdot a$. <input type="radio"/> ... die Summe aus Masse und Beschleunigung: $F = m + a$. <input type="radio"/> ... die Potenz aus Masse und Beschleunigung: $F = m^a$. <input type="radio"/> weiß nicht

HeLP!

Hochschulerfolg im Lehramt Physik

HeIP!

Hochschulerfolg in Physik

<p>4. Der Impuls p eines Teilchens ist gegeben durch</p> $p = m \cdot v$ <p>(Hierbei sind m die Masse und v die Geschwindigkeit des Teilchens).</p> <p>Die kinetische Energie E_{KIN} ist gegeben durch</p> $E_{KIN} = \frac{1}{2} m \cdot v^2.$ <p>Berechnen Sie die kinetische Energie in Abhängigkeit des Impulses:</p>	<p><input type="radio"/> $E_{KIN} = \frac{1}{2m} p^2$</p> <p><input type="radio"/> $v = \sqrt{\frac{2 E_{KIN}}{m}}$</p> <p><input type="radio"/> $p = \sqrt{2m \cdot E_{KIN}}$</p> <p><input type="radio"/> $E_{KIN} = \frac{1}{2} p^2$</p> <p><input type="radio"/> weiß nicht</p>
--	---

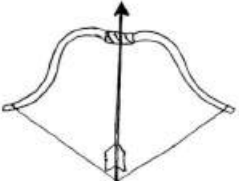
<p>5. Welches der folgenden Zeit-Orts-Diagramme beschreibt die Bewegung eines Schlittens, der sich mit konstanter Geschwindigkeit über eine horizontale Eisfläche bewegt?</p> <p>(Im Diagramm ist der Ort des Schlittens s über die Zeit t aufgetragen).</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>A </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>B </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>C </p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>D </p> </div> </div> <p><input type="radio"/> A</p> <p><input type="radio"/> B</p> <p><input type="radio"/> C</p> <p><input type="radio"/> D</p> <p><input type="radio"/> weiß nicht</p>
--	--

<p>6. Eine Taube fliegt mit konstanter Geschwindigkeit auf horizontaler Bahn und lässt dabei Kot fallen.</p> <p>Entlang welcher Flugbahn fällt der Kot zu Boden? (Vernachlässigen Sie die Luftreibung!)</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p><input type="radio"/> A</p> <p><input type="radio"/> B</p> <p><input type="radio"/> C</p> <p><input type="radio"/> D</p> <p><input type="radio"/> E</p> <p><input type="radio"/> weiß nicht</p>
---	---

<p>7. Pia und Edgar befinden sich in zwei verschiedenen Ruderbooten dicht nebeneinander auf einem See. Edgar hat noch seinen Opa dabei.</p> <p>Pia drückt mit ihrem Ruder gegen Edgars Boot.</p> <p>Ergänzen Sie folgenden Satz: Wenn Pia das Boot von Edgar wegstößt, ...</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p><input type="radio"/> ... wirkt nur eine Kraft auf Pias Boot.</p> <p><input type="radio"/> ... wirkt nur eine Kraft auf Edgars Boot.</p> <p><input type="radio"/> ... wirkt auf Pias Boot eine entgegengesetzte Kraft, die genauso groß ist wie die Kraft auf Edgars Boot.</p> <p><input type="radio"/> ... wirkt auf Pias Boot eine entgegengesetzte Kraft, die kleiner ist als die Kraft auf Edgars Boot.</p> <p><input type="radio"/> weiß nicht</p>
---	--

8. Ein Pfeil wird mit einem Bogen senkrecht nach oben geschossen.

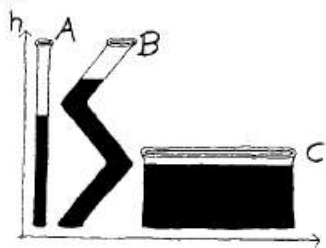
Welche physikalische Größe nimmt nach dem Abschuss des Pfeiles zu? (Also sobald der Pfeil den Bogen verlassen hat.)



Beschleunigung
 Geschwindigkeit
 Potentielle Energie
 Kinetische Energie
 weiß nicht

9. Die Behälter A bis C unterscheiden sich durch ihre Geometrie. Alle Behälter sind mit Wasser gefüllt.

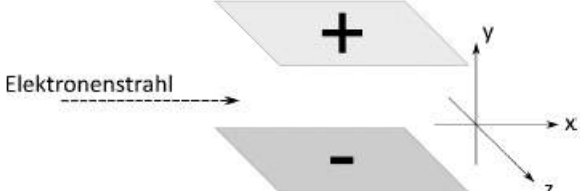
In welchem Behälter ist der Druck in der Flüssigkeit am Behälterboden am größten?



in Behälter A
 in Behälter B
 in Behälter C
 in allen Behältern gleich
 weiß nicht

10. Die Flugrichtung der Elektronen vor Eintritt in das Feld eines geladenen Kondensators sei entlang der x-Richtung (siehe Skizze).

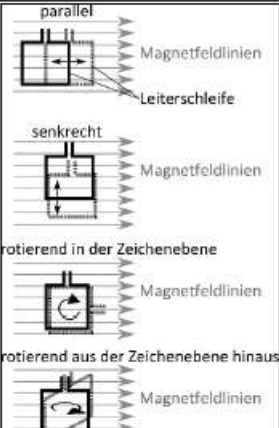
In welche Richtung wird der Elektronenstrahl beim Durchlaufen des Plattenkondensators abgelenkt?



+ y-Richtung
 - y-Richtung
 + z-Richtung
 - z-Richtung
 weiß nicht

11. Eine Leiterschleife wird in einem homogenen Magnetfeld bewegt.

Bei welcher der gezeigten Bewegungen wird in der Leiterschleife eine Spannung induziert? (Siehe Skizze)



parallel zu den Magnetfeldlinien
 senkrecht zu den Magnetfeldlinien
 rotierend in der Zeichenebene
 rotierend aus der Zeichenebene hinaus
 weiß nicht

HeLP!

Hochschulerfolg im Lehramt Physik

HeLP!

Hochschulerfolg in Physik

12. Um den Widerstand einer Glühlampe experimentell zu bestimmen, sollte folgender Aufbau verwendet werden:

1

2

3

4

⊗ Lampe

Ⓥ Spannungsmessgerät

Ⓐ Strommessgerät

⊕⊖ Batterie

Aufbau 1

Aufbau 2

Aufbau 3

Aufbau 4

weiß nicht

13. Eine Glühlampe ist über einen idealen blanken Draht an 230V Wechselstrom angeschlossen. Der Schaltkreis kann mit einem Schalter unterbrochen werden.

Zwei Vögel sitzen auf dem Schaltkreis (siehe Skizze). Der erste Vogel A steht auf der blanken Leitung mit je einem Bein auf beiden Seiten der Glühlampe, der zweite Vogel B steht auf der blanken Leitung.

Was geschieht wenn der Schalter geschlossen wird?

nur Vogel A bekommt einen Schlag

nur Vogel B bekommt einen Schlag

beide Vögel bekommen einen Schlag

kein Vogel bekommt einen Schlag

weiß nicht

14. Die Abbildung zeigt ein mit Stickstoff gefülltes Gefäß. Entsprechend dem Teilchenmodell der Gase sind die Stickstoffteilchen als Punkte dargestellt.

Ergänzen Sie folgenden Satz:

Im Raum zwischen den Stickstoffteilchen ...

befindet sich nichts (keine Materie).

befindet sich Luft.

befindet sich Sauerstoff.

befinden sich Elektronen.

weiß nicht

15. Die Länge des Pendels gibt bei einer Pendeluhr den Takt an.

Je länger das Pendel, desto länger ist sein Takt.

Was geschieht, wenn eine richtig gehende Pendeluhr in ein Zimmer gestellt wird, das wesentlich wärmer ist?

Die Uhr geht weiterhin richtig.

Die Uhr geht nach.

Die Uhr geht vor.

Kann man nicht sagen.

weiß nicht

2. Mathematische Grundkenntnisse

Im Folgenden werden 12 verschiedene Mathematikaufgaben dargestellt. Pro Aufgabe gibt es immer nur eine richtige Lösung. Ein Taschenrechner wird nicht benötigt. Ein Schmierblatt kann gerne verwendet werden. Bitte kreuzen Sie die richtige Antwort an.

<p>1. Wie lautet die richtige Lösung?</p> $\frac{7}{6} - \frac{3}{18} =$	<input type="radio"/> $\frac{1}{2}$ <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> $-\frac{1}{3}$ <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> weiß nicht
--	---

<p>2. Welche Umformung des Terms ist korrekt?</p> $\frac{2}{\sqrt{2}}$	<input type="radio"/> $\sqrt{2}$ <input checked="" type="radio"/> -1 <input type="radio"/> $\frac{\sqrt{2}}{2}$ <input checked="" type="radio"/> $(\sqrt{2})^{-1}$ <input type="radio"/> weiß nicht
--	---

<p>3. Wie lautet die Ableitung der Funktion f?</p> $f(x) = 2x^2$	<input type="radio"/> $f'(x) = 2x^2$ <input checked="" type="radio"/> $f'(x) = 6x^2$ <input type="radio"/> $f'(x) = 6x$ <input checked="" type="radio"/> $f'(x) = x^2$ <input type="radio"/> weiß nicht
--	---

<p>4. Welche Umformung des Terms ist korrekt?</p> $\frac{1}{3a + \sqrt{b}}$	<input type="radio"/> $\frac{1}{9a^2 - b}$ <input checked="" type="radio"/> $\frac{3a + \sqrt{b}}{9a^2 - b}$ <input type="radio"/> $\frac{3a - \sqrt{b}}{9a^2 - b}$ <input checked="" type="radio"/> $\frac{3a - \sqrt{b}}{9a^2 + b}$ <input type="radio"/> weiß nicht
---	--

<p>5. Wie lautet die Ableitung von der Funktion x unter folgender Bedingung?</p> $x(t) = A \cdot \sin(\varphi);$ <p>mit: $A = \text{konst.}$, $\varphi = \varphi(t)$</p> <p>(hier wird folgende Darstellung für die Ableitung verwendet: $x'(t) = \dot{x}(t)$ und es gilt $\dot{A}(t) = \dot{A}$ sowie $\dot{\varphi}(t) = \dot{\varphi}$)</p>	<input type="radio"/>	$\dot{x}(t) = \dot{A} \cdot \sin(\varphi) + A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$
	<input type="radio"/>	$\dot{x}(t) = 1$
	<input type="radio"/>	$\dot{x}(t) = \dot{A} \cdot \sin(\varphi)$
	<input type="radio"/>	$\dot{x}(t) = A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$
	<input type="radio"/>	weiß nicht

Bewerten Sie folgende Aussagen:

<p>6. Die Ableitung der Funktion f mit $f(x) = \cos(x)$ lautet: $f'(x) = \sin(x)$.</p>	<input type="radio"/>	wahr
	<input type="radio"/>	falsch
	<input type="radio"/>	weiß nicht

<p>7. Eine Gerade mit der Steigung b steht immer senkrecht zu einer anderen Geraden mit der Steigung $\frac{1}{b}$.</p>	<input type="radio"/>	wahr
	<input type="radio"/>	falsch
	<input type="radio"/>	weiß nicht

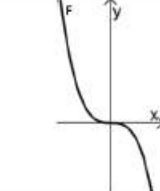
<p>8. Spiegelt man die Sinus-Funktion an der y-Achse, so erhält man die Cosinus-Funktion.</p>	<input type="radio"/>	wahr
	<input type="radio"/>	falsch
	<input type="radio"/>	weiß nicht

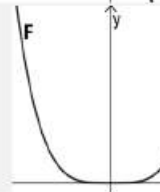
<p>9. Multipliziert man einen Vektor mit einem Skalar, kann sich seine Orientierung ändern.</p>	<input type="radio"/>	wahr
	<input type="radio"/>	falsch
	<input type="radio"/>	weiß nicht

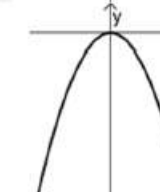
<p>10. Bei der Darstellung einer Geraden in Normalform ($f(x) = mx + n$) beschreibt m die Steigung der Geraden.</p>	<input type="radio"/>	wahr
	<input type="radio"/>	falsch
	<input type="radio"/>	weiß nicht

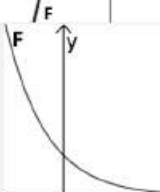
<p>11. Es gilt:</p> $\int_a^b (f(x) + g(x)) dx = \int_a^b f(x) dx + \int_a^b g(x) dx$ <p>für alle f, g integrierbar.</p>	<input type="radio"/>	wahr
	<input type="radio"/>	falsch
	<input type="radio"/>	weiß nicht

12. Welcher Funktionsgraph entspricht einer Stammfunktion F von f mit $f(x) = x^3$?









weiß nicht

13. Wie viele Lösungen hat die Gleichung? $(x + 17)(x - 17) = 3$

eine
 zwei
 keine
 unendlich viele
 weiß nicht

14. Wie viele Lösungen hat die Gleichung? $8x + x^2 = (x + 3)(5 + x) - 15$

eine
 zwei
 keine
 unendlich viele
 weiß nicht

<p>15. Wie lang ist der Vektor?</p> $\vec{v} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$	<input type="radio"/> $ \vec{v} = -\sqrt{2}$ <input type="radio"/> $ \vec{v} = 2$ <input type="radio"/> $ \vec{v} = 1$ <input type="radio"/> $ \vec{v} = \sqrt{2}$ <input type="radio"/> weiß nicht
<p>16. Welcher Vektor \vec{w} steht senkrecht zu \vec{v} und \vec{u}?</p> $\vec{v} = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad \vec{u} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$	<input type="radio"/> $\vec{w} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ -4 \end{pmatrix}$ <input type="radio"/> $\vec{w} = \begin{pmatrix} -2 \\ 4 \\ 4 \end{pmatrix}$ <input type="radio"/> $\vec{w} = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix}$ <input type="radio"/> $\vec{w} = \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix}$ <input type="radio"/> weiß nicht
<p>17. Wie lautet die Ableitung von der Funktion x unter folgender Bedingung?</p> $x(t) = A \cdot \sin(\varphi)$ <p>mit: $A = A(t)$, $\varphi = \text{konst.}$ (hier wird folgende Darstellung für die Ableitung verwendet: $x'(t) = \dot{x}(t)$ und es gilt $\dot{A}(t) = \dot{A}$ sowie $\dot{\varphi}(t) = \dot{\varphi}$)</p>	<input type="radio"/> $\dot{x}(t) = \dot{A} \cdot \sin(\varphi) + A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$ <input type="radio"/> $\dot{x}(t) = 1$ <input type="radio"/> $\dot{x}(t) = \dot{A} \cdot \sin(\varphi)$ <input type="radio"/> $\dot{x}(t) = A \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\varphi)$ <input type="radio"/> weiß nicht
<p>18. Wie groß ist die Steigung der Geraden, die durch folgende Punkte festgelegt ist?</p> $P(1 4); \quad Q(5 - 4)$	<input type="radio"/> $m=2$ <input type="radio"/> $m=-2$ <input type="radio"/> $m=\frac{1}{2}$ <input type="radio"/> $m=-\frac{1}{2}$ <input type="radio"/> weiß nicht

3. Rund um's Studium: Selbsteinschätzungen und Verhaltensweisen

Wie gut war Ihr Informationsstand vor Aufnahme Ihres Studiums bezüglich folgender Aspekte? sehr schlecht sehr gut

1	Studienanforderungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Berufsperspektiven, die mit dem Studium verbunden sind	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Lern- und Arbeitsformen im Studium	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte geben Sie im Folgenden an, in wie weit die Aussagen auf Sie zutreffen! trifft gar nicht zu trifft völlig zu

Fachwahl							
4	Mir war es wichtig, mich bei der Studienwahl nach meinen eigenen Interessen zu richten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Ich habe mich für den Studiengang entschieden, da ich großes Interesse für das Fach Physik besitze.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Ich habe meine eigenen Kompetenzen und Fähigkeiten mit den Anforderungen des Studiums abgeglichen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Mir war es wichtig mich bei der Studienwahl nach meinen eigenen Fähigkeiten zu richten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Ich habe mich kritisch mit meinem Studienwunsch auseinander gesetzt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	Ich habe mich im Vorfeld über meine Hochschule informiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	Ich habe mich im Vorfeld über die Anforderungen im Studium informiert (bspw. durch Lesen der Studienordnung).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sie befinden sich am Anfang Ihres Studiums und können viele der folgenden Fragen nicht aus Ihrer persönlichen Erfahrung beantworten. Geben Sie daher also an, was Sie vermuten, wie Sie sich verhalten werden! trifft gar nicht zu trifft völlig zu

Studienplanung							
11	Ich plane ausreichend Zeit für Vor- und Nachbereitungen ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	Ich halte mich bei der Planung meiner universitären Veranstaltungen an den vorgegebenen Plan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	Wenn möglich, wähle ich meine universitären Veranstaltungen so aus, dass die Beanspruchung über das Studium hinweg konstant bleibt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Verhalten bzgl. Vorlesungen, Literatur und Mitstudierenden							
14	Ich verlasse mich auf die Vorlesungsmaterialien der Dozierenden ohne eigene Aufzeichnungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	Ich halte den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	Ich suche selbständig verständliche Quellen bearbeite und diese.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17	Zum Lernen nutze ich auch vom Dozierenden angegebene Literatur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	Ich bemühe mich frühzeitig um die Bildung von Lerngruppen (z.B. in Theoretischer Physik I)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19	Ich verzichte auf Nachfragen bei dem/der Dozierenden und suche die Lösung im Vorlesungsmaterial.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	Ich knüpfe und pflege Kontakte zu Mitstudierenden mit vergleichbaren Leistungen und fachlichen Interessen/Zielen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21	Ich hole Informationen von erfahreneren Studierenden (bzgl. Prüfungen, Lehrveranstaltungen, ...) ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22	Bei Unklarheiten/Verständnisproblemen suche ich zu Hause (bspw. im Vorlesungsmaterial/Buch/Internet) nach Lösungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anforderungen in Vorlesungen		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu
23	Ich bemühe mich um eine regelmäßige Anwesenheit.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24	Ich schreibe in der Vorlesung mit, wenn kein Vorlesungsmaterial zur Verfügung steht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25	Ich schreibe in der Vorlesung mit, auch wenn Vorlesungsmaterialien zur Verfügung stehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26	Eine eigene Strukturierung/Aufbereitung der Inhalte, z.B. aus Vorlesungsmaterialien, Büchern..., ist mir wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27	Mir ist es wichtig, dem/der Dozierenden in der Vorlesung Fragen zu stellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28	Ich vergleiche grundsätzlich meine eigenen Mitschriften mit denen von anderen Studierenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29	Mir ist die Zusammenarbeit mit verschiedenen Studierenden zwecks Mitschriftenaustausch wichtig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lernverhalten		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu
30	Ich bilde Lerngruppen mit TeilnehmerInnen, von denen ich noch etwas lernen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31	Ich erarbeite aktiv in der Lerngruppe einen Teil und tausche mich anschließend darüber aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32	Ich setze mir erreichbare Ziele.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33	Ich belohne mich, wenn ich ein Ziel erreicht habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34	Ich plane Lernen als festen Bestandteil des Alltags ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35	Ich lerne kontinuierlich semesterbegleitend.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36	Ich lerne in zeitlicher Nähe zur Lehrveranstaltung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37	Ich lerne auf Verständnis.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
38	Ich beschaffe mir alte Klausuren als Lerngrundlage.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
39	Ich lasse mich durch schlechte Prüfungsergebnisse nicht demotivieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unregelmäßige schriftliche Hausarbeiten (Schulpraktikumsberichte, Artikel, Essays, Zusammenfassungen, Abschlussarbeiten, o.ä.)		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu
40	Ich hole mir regelmäßiges Feedback während der Erstellung der schriftlichen Hausarbeit von dem/der BetreuerIn ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
41	Ich spreche Zeitplan, Umfang & Fragestellung mit dem/der BetreuerIn ab.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
42	Ich richte Zeitpuffer für mögliche Verzögerungen beim Erstellen der schriftlichen Hausarbeit ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
43	Ich überlege mir zuvor eine klare Aufgabenstellung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
44	Ich nehme Anfangs eine inhaltliche Strukturierung vor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
45	Ich hole mir Feedback zu meinen Zwischenschritten/Zwischenergebnissen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
46	Ich gehe mit kritischem Feedback aktiv und konstruktiv um.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Erwerbstätigkeit und Freizeit		trifft gar nicht zu				trifft völlig zu	
47	Im ersten Semester verzichte ich möglichst auf einen Nebenjob.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
48	Ich plane einen etwaigen Nebenjob auch in meinen Studienverlauf ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
49	Während des Studiums nehme ich eine möglichst fachnahe Tätigkeit auf.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50	Ich bin bereit, meine privaten Interessen dem Studium unterzuordnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Soziale Medien		trifft gar nicht zu				trifft völlig zu	
51	Ich nutze täglich mehrere soziale Netzwerke (Facebook, WhatsApp, Twitter, o.ä.).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
52	Ich bin per Handy immer erreichbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
53	Wenn ich angeschrieben werde (WhatsApp, Facebook, o.ä.), schreibe ich innerhalb weniger Minuten zurück.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
54	Die Pausen zwischen den Veranstaltungen nutze ich mit dem Gebrauch sozialer Netzwerke aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
55	Ich nutze mein Handy privat, auch während universitärer Veranstaltungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Studiengangsspezifische Verhaltensweisen
 Im Folgenden finden Sie einige typische Situationen aus der Anfangsphase des Studiums. Versetzen Sie sich jeweils in die geschilderte Situation und geben Sie an, inwieweit die folgenden Aussagen auf Sie zutreffen.

Zu Studienbeginn sind sehr zeitaufwändige und schwierige Mathematikaufgaben zu bearbeiten. Sie merken, dass Sie mit dem Stoff kaum hinterher kommen.

		trifft gar nicht zu				trifft völlig zu	
56	Ich würde den Kontakt zu anderen Studierenden einschränken, und würde versuchen die Aufgaben allein zu lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
57	Ich würde versuchen eine Lerngruppe zu finden/zu gründen und die Aufgaben mit den anderen zusammen zu bearbeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
58	Wenn ich die Bearbeitung der Übungen nicht schaffe, würde ich die Lösungen von anderen Studierenden abschreiben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
59	Ich würde gar nichts tun, da es normal ist, sich im ersten Semester überfordert zu fühlen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sie treffen sich immer mit den gleichen Mitstudierenden für die Übungen. Die anderen berechnen die Aufgaben aufgrund ihres guten Vorwissens, das Sie nicht besitzen. Die anderen arbeiten für Sie mit, da dies schneller geht, aber Sie vollziehen nichts nach.

		trifft gar nicht zu				trifft völlig zu	
60	Ich würde nichts sagen, da somit die Aufgaben schneller fertig berechnet sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
61	Ich würde die anderen der Übungsgruppe um eine Erklärung bitten, da dadurch nicht nur ich, sondern alle profitieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
62	Ich würde die Aufgaben bis zum unklaren Punkt durcharbeiten und anschließend konkrete Fragen stellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Obwohl Sie bemüht sind in einer Vorlesung die Themen inhaltlich richtig zu verstehen, gelingt Ihnen das nicht. Sie glauben, dass es den anderen Studierenden auch so geht, jedoch lässt der/die Dozierende durchblicken, dass man diese Themen schon können müsste. Daher gibt es von Anderen kaum Nachfragen.

		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu				
63	Ich würde auf andere Studierende der gleichen Vorlesung zugehen und diese um Hilfe bitten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
64	Ich würde mir die unklaren Punkte der Vorlesung notieren und anschließend bei dem/der Dozierenden nachfragen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
65	Ich würde mir keine Sorgen machen, da die anderen es auch nicht verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
66	Ich würde die vorlesungsbedingten Probleme, beispielsweise zu hohe Vorlesungsgeschwindigkeit, auf den Punkt bringen und diese dem/der Dozierenden vortragen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
67	Ich würde die Vorlesung nicht mehr besuchen und die Inhalte mittels anderer Quellen erarbeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
68	Ich würde mir keine Sorgen machen, da ich die Inhalte später für die Prüfung lerne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sie sollen ein Experiment im Grundpraktikum im zweiten Semester durchführen jedoch ist Ihnen der Hintergrund des Experiments nicht ganz klar.

		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu				
69	Ich würde Studierende, die bereits das Grundpraktikum erfolgreich absolviert haben, aufsuchen und diese um Hilfe bitten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
70	Ich würde trotz Unklarheiten vorerst versuchen das Experiment ohne Hilfe anderer durchzuführen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
71	Das Nachfragen beim Tutor wäre mir zu unangenehm, so dass ich die Durchführung erst einmal allein versuchen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sie haben in einigen Wochen eine mündliche Prüfung und wissen aus Erfahrung, dass Sie bei kritischem Nachfragen schnell nervös werden und Dinge verwechseln.

		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu				
72	Ich würde frühzeitig eine Lerngruppe mit anderen Studierenden gründen und die Prüfungssituation in der Gruppe simulieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
73	Ich würde den Lernstoff für mich allein durcharbeiten und mich erst in der Prüfung auf den/die Fragende/n einstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
74	Ich würde vor der Prüfung das Gespräch ein- oder mehrmals mit dem/der PrüferIn suchen, da es mir wichtig ist, dass der/die Fragende mich und meinen Wissensstand kennt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
75	Ich würde mich allein auf die mündliche Prüfung vorbereiten und auf den Austausch mit anderen Studierenden verzichten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Während einer Prüfungsvorbereitung merken Sie, dass Sie beim Lernen immer unmotivierter werden und sich mit anderen Dingen ablenken, anstatt zu lernen. Die Prüfung findet in den nächsten Wochen statt.

		trifft gar nicht zu					trifft völlig zu				
76	Ich würde feste Pausen in meinen Lernplan einbauen und mich an die Planung halten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
77	Ich würde mit anderen Studierenden eine Lerngruppe mit festen Terminen gründen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
78	Ich würde mir kleine Belohnungen einplanen, wenn ich einen Lernabschnitt erfolgreich bewältigt habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Sie lernen allein für eine Klausur. Plötzlich vibriert Ihr Handy.

		trifft gar nicht zu			trifft völlig zu		
79	Das kann mir nicht passieren, da ich beim Lernen mein Handy immer lautlos stelle.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
80	Ich würde kurz nachsehen, ob es wichtig ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
81	Ich schaue immer nach und schreibe sofort zurück.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
82	Ich warte, bis ich eine Lernpause brauche und schaue dann nach.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Allgemeine Angaben

83	Welchen Studiengang belegen Sie zurzeit?	<input type="radio"/> Mono Bachelor Physik <input type="radio"/> Kombi-Bachelor mit Physik als Kernfach <input type="radio"/> Kombi-Bachelor mit Physik als Zweitfach <input type="radio"/> sonstige, und zwar:	
84	Entspricht das Fach Physik Ihrem Studienwunsch?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
85	Wenn Sie in einen Lehramtsstudiengang eingeschrieben sind: Entspricht die Fächerkombination Ihrem Studienwunsch?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
86	Handelt es sich hierbei um Ihr Erststudium?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
87	Haben Sie vor Ihrem Studium eine Berufsausbildung abgeschlossen?	<input type="radio"/> ja	<input type="radio"/> nein
88	Bitte nennen Sie Ihr Geschlecht	<input type="radio"/> weiblich	<input type="radio"/> männlich <input type="radio"/> sonstige
89	Bitte geben Sie Ihr Alter an		
90	Im wievielten Fachsemester studieren Sie Physik?		
91	(Falls vom Fachsemester abweichend) Im wievielten Hochschulsemester studieren Sie?		
92	Welchen Abschluss streben Sie am Ende des Studiums an? (mit welchem Abschluss möchten Sie ins Berufsleben starten?)	<input type="radio"/> Bachelor <input type="radio"/> Sonstiger Abschluss, und zwar:	<input type="radio"/> Master of Science <input type="radio"/> Master of Education (Lehramt)
93	Welche Art von Hochschulzugangsberechtigung haben Sie? (z.B. Abitur, Fachhochschulreife,...)		
94	Bitte geben Sie die Durchschnittsnote Ihres Hochschulreifezeugnisses (Abitur) an (z.B. 2,5)		

D Fragebogen zur Online-Expert*innenbefragung

fragebogen

<https://www.soscisurvey.de/admin/preview.php?questionnaire=HEL>

Vorschau | [\[standard\]](#) [\[barrierefrei\]](#)

HELP!

Hochschulerfolg im Lehramt Physik

Korrekturfahne

Die Korrekturfahne zeigt alle Seiten des Fragebogens als Übersicht im gewählten Layout. Wie im Debug-Modus sind die Kennungen der Fragen eingeblendet.

Bitte beachten Sie folgende Unterschiede zum tatsächlichen Fragebogen:

- Filter können prinzipbedingt nicht funktionieren,
- Fragen im PHP-Code werden nur angezeigt, wenn die Kennung statisch vorliegt,
- die Anzeige der Fragen kann abweichen, weil die Frage-Kennungen eingeblendet werden, und
- Platzhalter und andere dynamische Elemente können prinzipbedingt nicht dargestellt werden.

[Druckansicht](#)

[Variablenansicht](#)

[PHP-Code ausblenden](#)

Seite 01

Studienerfolg im Lehramt Physik

Liebe Expertinnen und Experten des Physik-Lehramtsstudiums,

die Abbruchquoten im Physik-Lehramtsstudium sind enorm hoch. StudienanfängerInnen wissen oft nicht, was im Studium auf sie zukommen wird. Darum möchten wir herausfinden, welche Verhaltensweisen im Studium besonders förderlich oder hinderlich für den Erfolg sind, damit zukünftig Studierende sich im Vorfeld besser vorbereiten können.

Nun sind Sie als Expertin oder Experte des Physik-Lehramtsstudiums gefragt: Wir bitten Sie, verschiedene Aussagen zum Studiengang danach zu bewerten, inwieweit diese Einfluss auf den Erfolg im Studium haben können.

Die Befragung dauert ca. 15 Minuten.

Die Teilnahme ist freiwillig und anonym. Aus der Nichtteilnahme erwachsen Ihnen keine Nachteile. Die Erhebung findet unter Kenntnisnahme der Datenschutzbeauftragten der Freien Universität Berlin statt.

- | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 3) Sich über Physik und die Anforderungen, bspw. durch Lesen der Studienordnung informieren | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4) Informationsveranstaltungen zum Studium besuchen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5) Sich im Vorfeld über die betreffende Hochschule informieren | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6) Die eigenen Kompetenzen & Fähigkeiten mit den Anforderungen des Studiums abgleichen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7) Sich bei der Studienwahl nach den eigenen Fähigkeiten richten | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8) In kritischer Selbstreflexion sich mit dem eigenen Studienwunsch auseinandersetzen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Seite 04

6. Studienplanung [FW15]

Beurteilen Sie, inwiefern sich folgende Aussagen oder Verhaltensweisen auf einen Studienerfolg im Lehramt Physik auswirken können!

... führt im Studium zu...



- | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 9) Sich bei der Planung der Semesterwochenstunden an den Regelstudienplan halten | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10) Ausreichend Zeit für Vor- und Nachbereitungen einplanen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11) Möglichst gleichbleibende Tagesstruktur, d.h. bestimmte Aktivitäten zu gleichen Zeiten (Mensa, etc.) aufweisen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12) Module so auswählen, dass die semesterübergreifende inhaltliche Beanspruchung gleich bleibt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13) Im Sinne des Studienverlaufsplan studieren, um Verzögerungen zu vermeiden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14) Pflichtveranstaltungen zügig absolvieren | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Seite 05

7. Anforderungen in Vorlesungen [FW16]

Beurteilen Sie, inwiefern sich folgende Aussagen oder Verhaltensweisen auf einen Studienerfolg im Lehramt Physik auswirken können!

... führt im Studium zu...



- 
- 15) Sich um regelmäßige Anwesenheit bemühen
 - 16) Dem Dozenten in der Vorlesung Fragen stellen
 - 17) In der Vorlesung mitschreiben, wenn kein Skript zur Verfügung steht
 - 18) Mitschreiben, auch wenn ein Vorlesungsskript zur Verfügung steht
 - 19) Mitschriften von anderen Studierenden grundsätzlich mit den eigenen vergleichen
 - 20) Inhalte, z.B. aus Skripten, Büchern, eigenständig strukturieren
 - 21) Sich um eine Zusammenarbeit mit verschiedenen Studierenden zwecks Mitschriftaustausch bemühen

Seite 06

8. Verhalten bzgl. Vorlesungen, Literatur und KommilitonInnen [FW17]

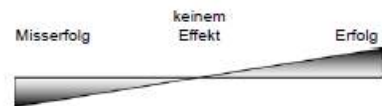
Beurteilen Sie, inwiefern sich folgende Aussagen oder Verhaltensweisen auf einen Studienerfolg im Lehramt Physik auswirken können!

- ... führt im Studium zu...
- | | Misserfolg | | keinem Effekt | | Erfolg |
|--|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| |  | | | | |
| 22) Sich alleinig auf die Skripte der Dozierenden ohne eigene Aufzeichnungen verlassen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 23) Den Kontakt zu den Dozenten möglichst gering halten | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 24) Auf Nachfragen beim Dozenten verzichten und Lösung im Skript suchen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 25) Selbständig verständliche Literatur suchen und diese bearbeiten | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 26) Neben Skript auch angegebene Basisliteratur lernen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 27) Sich frühzeitig um die Bildung von Lerngruppen bemühen, z.B. in Theoretischer Physik I | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 28) Kontakte zu Kommilitonen mit vergleichbaren Leistungen und Interessen knüpfen und pflegen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 29) Informationen von höheren Semestern (bzgl. Prüfungen, Lehrveranstaltungen) einholen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 30) Bei Unklarheiten/Verständnisproblemen zu Hause beispielsweise im Skript/Buch/Internet nach Lösungen suchen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9. Lernverhalten [FW18]

Beurteilen Sie, inwiefern sich folgende Aussagen oder Verhaltensweisen auf einen Studienerfolg im Lehramt Physik auswirken können!

... führt im Studium zu...

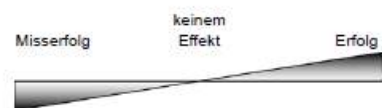


- 31) Beliebige Lerngruppen bilden
- 32) Lerngruppen mit Teilnehmern bilden, von denen man profitieren kann
- 33) Aktiv in der Lerngruppe einen Teil erarbeiten und sich mit den anderen anschließend austauschen
- 34) Sich erreichbare Ziele setzen
- 35) Sich bei Zielerreichung selbst belohnen
- 36) Lernen als festen Bestandteil des Alltags einplanen
- 37) Kontinuierlich semesterbegleitend lernen
- 38) In zeitlicher Nähe zur Lehrveranstaltung lernen
- 39) Auf Verständnis lernen
- 40) Sich alte Klausuren als Lerngrundlage beschaffen
- 41) Sich durch schlechte Prüfungsergebnisse nicht demotivieren lassen

10. Schriftliche Hausarbeiten [FW19]

Beurteilen Sie, inwiefern sich folgende Aussagen oder Verhaltensweisen auf einen Studienerfolg im Lehramt Physik auswirken können!

... führt im Studium zu...



- 42) Sich regelmäßiges Feedback während der Erstellung der schriftlichen Hausarbeit vom Betreuer einholen
- 43) Zeitplan, Umfang & Fragestellung mit BetreuerIn absprechen
- 44) Zeitpuffer für mögliche Verzögerungen beim Erstellen der schriftlichen Hausarbeit einrichten

- 45) Sich zuvor eine klare Aufgabenstellung überlegen
- 46) Anfangs eine inhaltliche Strukturierung vornehmen
- 47) Vorstellen der Zwischenschritte mit Bitte um Feedback
- 48) Mit kritischem Feedback aktiv und konstruktiv umgehen

Seite 09

11. Erwerbstätigkeit und Freizeit [FW21]

Beurteilen Sie, inwiefern sich folgende Aussagen oder Verhaltensweisen auf einen Studienerfolg im Lehramt Physik auswirken können!

... führt im Studium zu...



- 49) In der Studieneingangsphase auf eine Erwerbstätigkeit möglichst verzichten
- 50) Eine möglichst fachnahe Tätigkeit aufnehmen
- 51) Tätigkeitsaufnahme auch in den Studienverlauf einplanen
- 52) Bereit sein, private Interessen dem Studium unterzuordnen

Seite 10

12. Im Folgenden finden Sie einige Situationen aus der Anfangsphase des Physiklehramtstudiums. Bitte bewerten Sie, inwieweit die folgenden Verhaltensweisen Einfluss auf einen Studienerfolg haben können. [FW08]

Am Semesteranfang sind sehr zeitaufwändige und schwierige Mathematikaufgaben zu bearbeiten. Ein/e Student/in merkt, dass er/sie mit dem Stoff kaum hinterher kommt.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...



- „Ich würde den Kontakt zu anderen Studierenden einschränken, und würde versuchen die Aufgaben allein zu lösen.“
- „Ich würde versuchen eine Lerngruppe zu finden/zu gründen und die Aufgaben mit den anderen zusammen zu bearbeiten.“

„Wenn ich die Bearbeitung der Übungen nicht schaffe, würde ich die Lösungen von anderen Studierenden abschreiben.“

„Ich würde gar nichts tun, da es normal ist, sich im ersten Semester überfordert zu fühlen.“

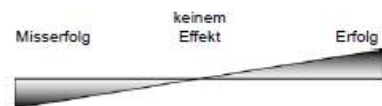
Seite 11

Frage [FW09]

Ein/e Student/in trifft sich immer mit den gleichen Kommilitonen für die Übungen. Die anderen berechnen die Aufgaben aufgrund ihres guten Vorwissens, das er/sie nicht besitzt. Die anderen arbeiten für ihn/sie mit, da dies schneller geht, aber er/sie vollzieht nichts nach.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...



„Ich würde nichts sagen, da somit die Aufgaben schneller fertig berechnet sind.“

„Ich würde die anderen der Übungsgruppe um eine Erklärung bitten, da dadurch nicht nur ich, sondern alle profitieren.“

„Ich würde die Aufgaben bis zum unklaren Punkt durcharbeiten und anschließend konkrete Fragen stellen.“

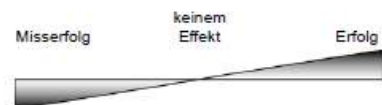
Seite 12

Frage [FW10]

Obwohl ein/eine Student/in bemüht ist in einer Vorlesung die Themen inhaltlich richtig zu verstehen, gelingt ihm/ihr das nicht. Er/Sie glaubt, dass es den anderen Studierenden auch so geht, jedoch lässt der Dozent durchblicken, dass man diese Themen schon können müsste. Daher gibt es von anderen kaum Nachfragen.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...



„Ich würde auf andere Studierende der gleichen Vorlesung zugehen und diese um Hilfe bitten.“

„Ich würde mir die unklaren Punkte der Vorlesung notieren und anschließend beim Dozierenden nachfragen.“

„Ich würde mir keine Sorgen machen, da die anderen es auch nicht verstehen.“

„Ich würde die vorlesungsbedingten Probleme, beispielsweise zu hohe Vorlesungsgeschwindigkeit, auf den Punkt bringen und diese dem Professor vortragen.“

„Ich würde die Vorlesung nicht mehr besuchen und die Inhalte mittels anderer Quellen erarbeiten.“

„Ich würde mir keine Sorgen machen, da ich die Inhalte später für die Prüfung lerne.“

Seite 13

Frage [FW11]

Ein/e Student/in soll ein Experiment im Grundpraktikum im zweiten Semester nachstellen, jedoch ist ihm/ihr der Hintergrund des Experiments nicht ganz klar.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...



„Ich würde Studierende, die bereits das Grundpraktikum 1 erfolgreich absolviert haben aufsuchen und diese um Hilfe bitten.“

„Ich würde trotz Unklarheiten vorerst versuchen das Experiment ohne Hilfe anderer durchzuführen.“

„Das Nachfragen beim Tutor wäre mir zu unangenehm, so dass ich die Durchführung erst einmal allein versuchen würde.“

Seite 14

Frage [FW22]

Ein/e Student/in hat in einigen Wochen eine mündliche Prüfung und weiß aus Erfahrung, dass er/sie bei kritischem Nachfragen schnell nervös wird und Dinge verwechselt.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...



„Ich würde frühzeitig eine Lerngruppe mit anderen Studierenden gründen und die Prüfungssituation in der Gruppe simulieren.“

„Ich würde den Lernstoff für mich allein durcharbeiten und mich erst in der Prüfung auf den Fragenden einstellen.“

„Ich würde vor der Prüfung das Gespräch ein- oder mehrmals mit dem Prüfer suchen, da mir wichtig ist, dass der Fragende mich und meinen Wissensstand kennt.“

„Ich würde mich allein auf die mündliche Prüfung vorbereiten und auf den Austausch mit anderen Studierenden verzichten.“

Seite 15

Frage [FW13]

Während einer Prüfungsvorbereitung merkt ein/e Student/in, dass er/sie beim Lernen immer unmotivierter wird und sich mit anderen Dingen ablenkt, anstatt zu lernen. Die Prüfung findet in den nächsten Wochen statt.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...

Misserfolg keinem Effekt Erfolg



„Ich würde feste Pausen in meinem Lernplan einbauen und mich an die Planung halten.“

„Ich würde mit anderen Studierenden eine Lerngruppe mit festen Terminen gründen.“

„Ich würde mir kleine Belohnungen einplanen, wenn ich einen Lernabschnitt erfolgreich bewältigt habe.“

Seite 16

Frage [FW25]

Ein/e Student/in lernt allein für eine Klausur. Plötzlich vibriert sein/ihr Handy.

Wie schätzen Sie seine/ihre möglichen Aussagen ein?

Führt im Studium zu...

Misserfolg keinem Effekt Erfolg



„Das kann mir nicht passieren, da ich beim Lernen mein Handy immer lautlos stelle.“

„Ich würde kurz nachsehen, ob es wichtig ist und ansonsten später darauf antworten.“

„Ich schaue nach, da mir mein soziales Umfeld wichtig ist.“

„Ich warte, bis ich eine Lernpause brauche und schaue dann nach.“

13. Was halten Sie für besonders wichtig für Studienerfolg oder Studienmisserfolg, das nicht vorkam? Gab es Items, die Sie für das Studium für besonders unpassend halten? [FW23]



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.

Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haeberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrvorstellungen zum Experiment im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR

- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons
ISBN 978-3-8325-2540-8 36.00 EUR
- 104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*
ISBN 978-3-8325-2548-4 47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*
ISBN 978-3-8325-2558-3 54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen
ISBN 978-3-8325-2574-3 45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*
ISBN 978-3-8325-2609-2 36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*
ISBN 978-3-8325-2674-0 44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes
ISBN 978-3-8325-2680-1 33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement
ISBN 978-3-8325-2684-9 36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*
ISBN 978-3-8325-2761-7 40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*
ISBN 978-3-8325-2804-1 34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2817-1 40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe
ISBN 978-3-8325-2843-0 39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-2853-9 39.50 EUR

- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR
- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR
- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR

- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR
- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR
- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR

- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR
- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerrepräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR
- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR

- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR
- 166 Veranika Maiseyenko: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR

- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR
- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln.
Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter_innen der Sekundarstufenlehrämter*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR
- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR

- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR
- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR

- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen. *Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR
- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR

- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR
- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR

- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik?
Eine Untersuchung mit Studierenden
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR
- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR

- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?
Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR
- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR

- 243 Katrin Schüßler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR
- 244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR
- 245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR
- 246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR
- 247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR
- 248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR
- 249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR
- 250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR
- 251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR
- 252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR
- 253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR
- 254 Julia Haase: Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*
ISBN 978-3-8325-4685-4 38.50 EUR
- 255 Antje J. Heine: Was ist Theoretische Physik? *Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*
ISBN 978-3-8325-4691-5 46.50 EUR

- 256 Claudia Meinhardt: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern
ISBN 978-3-8325-4712-7 47.00 EUR
- 257 Ann-Kathrin Schlüter: Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht
ISBN 978-3-8325-4713-4 53.50 EUR
- 258 Stefan Richtberg: Elektronenbahnen in Feldern. Konzeption und Evaluation einer webbasierten Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-4723-3 49.00 EUR
- 259 Jan-Philipp Burde: Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells
ISBN 978-3-8325-4726-4 57.50 EUR
- 260 Frank Finkenberg: Flipped Classroom im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-4737-4 42.50 EUR
- 261 Florian Treisch: Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar
ISBN 978-3-8325-4741-4 41.50 EUR
- 262 Desiree Mayr: Strukturiertheit des experimentellen naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses
ISBN 978-3-8325-4757-8 37.00 EUR
- 263 Katrin Weber: Entwicklung und Validierung einer Learning Progression für das Konzept der chemischen Reaktion in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4762-2 48.50 EUR
- 264 Hauke Bartels: Entwicklung und Bewertung eines performanznahen Videovignetten-tests zur Messung der Erklärfähigkeit von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-4804-9 37.00 EUR
- 265 Karl Marniok: Zum Wesen von Theorien und Gesetzen in der Chemie. *Begriffsanalyse und Förderung der Vorstellungen von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4805-6 42.00 EUR
- 266 Marisa Holzapfel: Fachspezifischer Humor als Methode in der Gesundheitsbildung im Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4808-7 50.00 EUR
- 267 Anna Stolz: Die Auswirkungen von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad auf Leistung und Motivation der Schülerinnen und Schüler
ISBN 978-3-8325-4781-3 38.00 EUR
- 268 Nina Ulrich: Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. *Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*
ISBN 978-3-8325-4814-8 43.50 EUR

- 269 Kim-Alessandro Weber: Quantenoptik in der Lehrerfortbildung. *Ein bedarfsgeprägtes Fortbildungskonzept zum Quantenobjekt Photon mit Realexperimenten*
ISBN 978-3-8325-4792-9 55.00 EUR
- 270 Nina Skorsetz: Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter. *Eine Fragebogen- und Videostudie zur Motivation, sich mit Naturphänomenen zu beschäftigen*
ISBN 978-3-8325-4825-4 43.50 EUR
- 271 Franziska Kehne: Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4846-9 45.00 EUR
- 272 Markus Elsholz: Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. *Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase*
ISBN 978-3-8325-4857-5 37.50 EUR
- 273 Joachim Müller: Studienerfolg in der Physik. *Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg*
ISBN 978-3-8325-4859-9 35.00 EUR
- 274 Jennifer Dörschelln: Organische Leuchtdioden. *Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-4865-0 59.00 EUR
- 275 Stephanie Strelow: Beliefs von Studienanfängern des Kombi-Bachelors Physik über die Natur der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4881-0 40.50 EUR
- 276 Dennis Jaeger: Kognitive Belastung und aufgabenspezifische sowie personenspezifische Einflussfaktoren beim Lösen von Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-4928-2 50.50 EUR
- 277 Vanessa Fischer: Der Einfluss von Interesse und Motivation auf die Messung von Fach- und Bewertungskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4933-6 39.00 EUR
- 278 René Dohrmann: Professionsbezogene Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Veranstaltung. *Eine multimethodische Studie zu den professionsbezogenen Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Blockveranstaltung auf Studierende der Bachelorstudiengänge Lehramt Physik und Grundschulpädagogik (Sachunterricht)*
ISBN 978-3-8325-4958-9 40.00 EUR
- 279 Meike Bergs: Can We Make Them Use These Strategies? *Fostering Inquiry-Based Science Learning Skills with Physical and Virtual Experimentation Environments*
ISBN 978-3-8325-4962-6 39.50 EUR
- 280 Marie-Therese Hauerstein: Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter*
ISBN 978-3-8325-4982-4 42.50 EUR

- 281 Verena Zucker: Erkennen und Beschreiben von formativem Assessment im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Teilfähigkeiten der professionellen Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4991-6 38.00 EUR
- 282 Victoria Telser: Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4996-1 50.50 EUR
- 283 Kristine Tschirschky: Entwicklung und Evaluation eines gedächtnisorientierten Aufgabendesigns für Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-5002-8 42.50 EUR
- 284 Thomas Elert: Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab
ISBN 978-3-8325-5004-2 41.50 EUR
- 285 Britta Kalthoff: Explizit oder implizit? *Untersuchung der Lernwirksamkeit verschiedener fachmethodischer Instruktionen im Hinblick auf fachmethodische und fachinhaltliche Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-5013-4 37.50 EUR
- 286 Thomas Dickmann: Visuelles Modellverständnis und Studienerfolg in der Chemie. *Zwei Seiten einer Medaille*
ISBN 978-3-8325-5016-5 44.00 EUR
- 287 Markus Sebastian Feser: Physiklehrkräfte korrigieren Schülertexte. *Eine Explorationsstudie zur fachlich-konzeptuellen und sprachlichen Leistungsfeststellung und -beurteilung im Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-5020-2 49.00 EUR
- 288 Matylda Dudzinska: Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback im Physikunterricht der Sekundarstufe 1. *Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen*
ISBN 978-3-8325-5025-7 47.00 EUR
- 289 Ines Sonnenschein: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor
ISBN 978-3-8325-5033-2 52.00 EUR
- 290 Florian Simon: Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. *Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*
ISBN 978-3-8325-5036-3 49.50 EUR
- 291 Marie-Annette Geyer: Physikalisch-mathematische Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge. *Das Vorgehen von SchülerInnen der Sekundarstufe 1 und ihre Schwierigkeiten*
ISBN 978-3-8325-5047-9 46.50 EUR
- 292 Susanne Digel: Messung von Modellierungskompetenz in Physik. *Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikspezifischer Modellierungskompetenz*
ISBN 978-3-8325-5055-4 41.00 EUR

- 293 Sönke Janssen: Angebots-Nutzungs-Prozesse eines Schülerlabors analysieren und gestalten. *Ein design-based research Projekt*
ISBN 978-3-8325-5065-3 57.50 EUR
- 294 Knut Wille: Der Productive Failure Ansatz als Beitrag zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur
ISBN 978-3-8325-5074-5 49.00 EUR
- 295 Lisanne Kraeva: Problemlösestrategien von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5110-0 59.50 EUR
- 296 Jenny Lorentzen: Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens
ISBN 978-3-8325-5120-9 39.50 EUR
- 297 Micha Winkelmann: Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen
ISBN 978-3-8325-5147-6 48.50 EUR
- 298 Carina Wöhlke: Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung angehender Physiklehrkräfte
ISBN 978-3-8325-5149-0 43.00 EUR
- 299 Thomas Schubatzky: Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. *Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*
ISBN 978-3-8325-5159-9 50.50 EUR
- 300 Amany Annaggar: A Design Framework for Video Game-Based Gamification Elements to Assess Problem-solving Competence in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-5150-6 52.00 EUR
- 301 Alexander Engl: CHEMIE PUR – Unterrichten in der Natur: *Entwicklung und Evaluation eines kontextorientierten Unterrichtskonzepts im Bereich Outdoor Education zur Veränderung der Einstellung zu „Chemie und Natur“*
ISBN 978-3-8325-5174-2 59.00 EUR
- 302 Christin Marie Sajons: Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. *Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*
ISBN 978-3-8325-5155-1 56.00 EUR
- 303 Philipp Bitzenbauer: Quantenoptik an Schulen. *Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*
ISBN 978-3-8325-5123-0 59.00 EUR
- 304 Malte S. Ubben: Typisierung des Verständnisses mentaler Modelle mittels empirischer Datenerhebung am Beispiel der Quantenphysik
ISBN 978-3-8325-5181-0 43.50 EUR
- 305 Wiebke Kuske-Janßen: Sprachlicher Umgang mit Formeln von LehrerInnen im Physikunterricht am Beispiel des elektrischen Widerstandes in Klassenstufe 8
ISBN 978-3-8325-5183-4 47.50 EUR

- 306 Kai Bliesmer: Physik der Küste für außerschulische Lernorte. *Eine Didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5190-2 58.00 EUR
- 307 Nikola Schild: Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik
ISBN 978-3-8325-5226-8 42.00 EUR
- 308 Daniel Averbeck: Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. *Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen*
ISBN 978-3-8325-5227-5 51.00 EUR
- 309 Martina Strübe: Modelle und Experimente im Chemieunterricht. *Eine Videostudie zum fachspezifischen Lehrerwissen und -handeln*
ISBN 978-3-8325-5245-9 45.50 EUR
- 310 Wolfgang Becker: Auswirkungen unterschiedlicher experimenteller Repräsentationen auf den Kenntnisstand bei Grundschulkindern
ISBN 978-3-8325-5255-8 50.00 EUR
- 311 Marvin Rost: Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive*
ISBN 978-3-8325-5256-5 44.00 EUR
- 312 Christina Kobl: Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR
- 313 Ann-Kathrin Beretz: Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts – *eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik*
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR
- 314 Judith Breuer: Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. *Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik*
ISBN 978-3-8325-5293-0 50.50 EUR
- 315 Michaela Oettle: Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. *Eine Delphi-Studie*
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien,
Österreichisches Kompetenzzentrum
für Didaktik der Physik,
Porzellangasse 4, Stiege 2,
1090 Wien, Österreich,
Tel. +43-1-4277-60330,
e-mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Hans Niedderer
Inst. f. Didaktik der Naturwissenschaften,
Abt. Physikdidaktik,
FB Physik/ Elektrotechnik,
Universität Bremen,
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen
Tel. 0421-218 4695 (Sekretariat),
e-mail: niedderer@physik.uni-bremen.de

Prof. Dr. Mathias Ropohl
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen,
Tel. 0201-183 2704,
e-mail: mathias.ropohl@uni-due.de

Prof. Dr. Elke Sumfleth
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen
Tel. 0201-183 3757/3761,
e-mail: elke.sumfleth@uni-due.de

Niedrige Studienerfolgsquoten in den Studiengängen Physik und Lehramt Physik sind sowohl aus bildungspolitischer und institutioneller Sicht als auch aus individueller Perspektive erfolglos Studierender eine Herausforderung. Bisher gibt es nur wenige empirische Studien, die Gründe für niedrige Studienerfolgsquoten bestimmen. Von dieser Situation ausgehend, zielte diese Arbeit auf die Erfassung domänenspezifischer Eingangsvoraussetzungen von Studienanfängerinnen und -anfängern, um daraus mögliche Prädiktoren für einen Studienerfolg zu bestimmen.

Den Kern der Arbeit bildet die Konzeption und Evaluation eines Testinstruments zu Studieneingangsvoraussetzungen. Das Instrument umfasst einen Vorwissenstest in Mathematik und Physik sowie einen Test zu domänenspezifischen Verhaltensweisen und Einstellungen. Das selbstentwickelte Instrument wurde bei $N=116$ Studierenden eingesetzt, um die Prognosekraft der gemessenen Konstrukte auf einen möglichen Studienerfolg zu schätzen.

Dabei zeigte sich der Physikteil des Vorwissenstests in Verbindung mit der Hochschulzugangsberechtigungsnote als signifikanter Prädiktor für den Studienerfolg gemessen am Studienverbleib nach drei Semestern. Dieses Ergebnis stellt im Wesentlichen eine Replikation bereits bekannter Erkenntnisse dar. Es konnten erste Hinweise gefunden werden, dass sich lernzielorientierte Einstellungen positiv auf den Studienerfolg auswirken können.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5226-8