

David Woitkowski & Sandra Breitkopf

## Fähigkeitsselbstkonzept und Lernerfolg im ersten Fachsemester Physik

### Zusammenfassung

Die Studieneingangsphase in Physik stellt eine Reihe von Herausforderungen fachlicher und überfachlicher Art an die Erstsemester-Studierenden. Dabei müssen motivationale Faktoren als zentrale Prädiktoren für aktive Lehrveranstaltungsteilnahme und Bearbeitung von z. T. herausfordernden Übungsaufgaben in den Blick genommen werden. Das Fähigkeitsselbstkonzept beschreibt in diesem Zusammenhang die Vorstellungen der Studierenden von ihren eigenen Fähigkeiten in Bezug auf verschiedene Aspekte des Studiums. Im Rahmen von je fünf über das erste Semester verteilten Interviews mit insgesamt sechs Proband/innen wurden neben dem Fähigkeitsselbstkonzept mehrere Aspekte des Erlebens der Studieneingangsphase erfragt. Die Ergebnisse wurden in einem, qualitativ-inhaltsanalytischen Verfahren analysiert und werden hier gebündelt dargestellt. Parallel nahmen die Proband/innen zu Beginn und Ende des Semesters an einem Fachwissenstest teil. Insgesamt zeigt sich ein breites Spektrum von Ausprägungen des allgemein-fachbezogenen und aufgabenspezifischen Selbstkonzeptes, die sich im Laufe des Semesters in Reaktion auf gestellte Anforderungen verändert. Dabei gleichen sich das fachbezogene und das auf spezifischere Aufgaben bezogene Fähigkeitsselbstkonzept an. Ein hoch ausgeprägtes Fähigkeitsselbstkonzept geht dabei mit guten Lernerfolgen einher, bei einem geringer ausgeprägten treten differenziertere Effekte auf.

### Schlüsselwörter

Studieneingangsphase, Fähigkeitsselbstkonzept, Entwicklung, Lernerfolg Physik

### Abstract

The study introductory phase in physics poses a wide range of professional and general challenges for the first semester students. Here, motivation plays a role as a main predictor for active participation in lectures and working on challenging exercises. In this context, the students' self-concept of ability covers their personal beliefs concerning their abilities and skills in several study-related contexts. We conducted five interviews over the course of the first semester with six students each. Several areas of the students' academic self-concept were covered as well as other aspects concerning their experience of the study introductory phase. The results were analyzed in a qualitative content-analysis and are shown here in summary. At the beginning and end of the same

semester the students took part in a content knowledge test. Overall, we see a broad spectrum of expressions of the general subject-related and specifically task-related self-concepts. Both develop during the semester in interaction with given exercise tasks. Here, the subject-related and task-related self-concept align with each other. Students showing a high self-concept correlates with higher learning outcomes, those showing lower self-concept exhibit differentiated effects.

### **Keywords**

Study introductory phase, self-concept of ability, development, learning outcomes, physics

## **1 Einführung**

Die Studieneingangsphase Physik ist durch eine Vielzahl von Herausforderungen gekennzeichnet (Trautwein & Bosse, 2017). Neben Anforderungen des selbstbestimmten, fachlichen Lernens (Petzold-Rudolph, 2018; Woitkowski & Reinhold, 2018) gehören dazu soziale und personale Prozesse wie der institutionelle Übergang (Clark & Lovric, 2009), die Sozialisation in die Fachkultur (Holmegaard, Madsen & Ulriksen, 2014), das Entwickeln eines studien- und fachbezogenen Selbstkonzeptes (Rabe, 2019) und der Umgang mit Schwierigkeiten und Rückschlägen im Studium (Bosse & Trautwein, 2014; Konrad, 2014).

Diese vielfältigen Herausforderungen stellen eine erhebliche Schwierigkeit zu Beginn des Studiums dar (Clark & Lovric, 2009), die insbesondere in den MINT-Fächern häufig zu Studienabbruch oder -wechsel führt (Heublein et al., 2017). Obwohl die gestellten Anforderungen zumindest nominell für alle Studienanfänger/innen gleich sind, zeigen sich dennoch erhebliche Unterschiede in der Entwicklung fachlicher Leistungen (Woitkowski & Riese, 2017). Ursachen für diese Unterschiede können z. B. in den persönlichen Eigenschaften der Lernenden gesucht werden (z. B. Helmke, 2015). Als Beispiel für eine solche Eigenschaft kann die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in Bezug auf die Studieninhalte genannt werden. Dieses Fähigkeitsselbstkonzept beeinflusst das Verhalten in und Erleben von Lern- und Leistungssituationen wesentlich (Köller & Möller, 2004; Möller & Trautwein, 2015; Schöne, Dickhäuser, Spinath & Stiensmeier-Pelster, 2003).

Im vorliegenden Beitrag berichten wir Ergebnisse einer Interviewstudie, bei der sechs Physik-Studierende zu je fünf Zeitpunkten im ersten Semester zu verschiedenen Aspekten ihres Studiums befragt wurden. Aus diesen Daten lässt sich ein deutliches Bild des jeweiligen Fähigkeitsselbstkonzeptes extrahieren. Im zweiten Schritt wird dieser Befund mit im selben Zeitraum erhobenen Resultaten eines Fachwissens-Tests in Beziehung gesetzt.

## **2 Theorie**

In gängigen Angebots-Nutzungs-Modellen (Helmke, 2015) oder Angebots-Aneignungs-Modellen (Wild & Esdar, 2014) werden universitäre Lehrveranstaltungen als Angebote aufgefasst, die von den Studierenden zur Aneignung von Kompetenzen genutzt werden. Der Grad dieser Nutzung und die Effektivität der Aneignung hängt dabei von vielfältigen Faktoren ab: Die Lehrperson, die institutionellen und lehrkonzeptionellen Rahmen-

bedingungen spielen hier ebenso eine Rolle wie Personenmerkmale des/der jeweiligen Studenten/in. Da die aktive Teilnahme in der Universität – wesentlich stärker als in der Schule – freiwillig ist, kann hier den motivationalen Faktoren eine wichtige Rolle zugeschrieben werden.

Die Genese dieser Motivation wird im Rahmen von Erwartungs-Wert-Modellen beschrieben (Wigfield & Eccles, 1992): Ausgehend von einer subjektiven Verarbeitung der sozialen Umwelt des Lernenden findet hier ein Aushandlungsprozess zwischen Erwartung („Kann ich das lernen?“) und Wertzuschreibung („Will ich das lernen?“) statt, der das Lernverhalten bestimmt. Aufgrund der (wiederum freiwilligen) Studienwahl kann man eine zumindest grundsätzlich positive Wertzuschreibung unterstellen. Somit spielt also die Einschätzung der eigenen Fähigkeit eine wesentliche Rolle. Diese Einschätzung wird im Folgenden als das Fähigkeitsselbstkonzept bezeichnet.

## **2.1 Definition und hierarchische Struktur des Fähigkeitsselbstkonzepts (FSK)**

Der Begriff des Selbstkonzepts bezeichnet „a person’s perceptions of himself“ (Shavelson, Hubner & Stanton, 1976, S. 411), also eine mentale Repräsentation der eigenen Person im Hinblick auf zunächst einmal jede denkbare Eigenschaft oder Relation (Moschner & Dickhäuser, 2018). Ausgehend von diesem sehr breiten Begriff wird die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten als Fähigkeitsselbstkonzept bezeichnet (Dickhäuser, Schöne, Spinath & Stiensmeier-Pelster, 2002). Konzeptionell lässt sich dabei die Beschreibung und Einschätzung von einer (auch affektiven) Bewertung unterscheiden. Die Bewertung ist eher dem Begriff des Selbstwerts zuzuordnen und kann eher als Folge der Einschätzung der Fähigkeiten gesehen werden (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008). Bei den Befragungen dieser Studie sind diese beiden Aspekte aber nicht immer klar trennbar.

Wie auch andere Aspekte des Selbstkonzepts wird das Fähigkeitsselbstkonzept (FSK) üblicherweise hierarchisch aufgegliedert modelliert (Shavelson et al., 1976). Im vorliegenden Kontext kann das akademisch-schulische FSK als zentrale Facette identifiziert werden. Es kann dann mit Bezug auf verschiedene schulische und (im Anschluss daran) universitäre (Lern- und Unterrichts-)Aktivitäten untergliedert werden. Auf weiteren Gliederungsebenen wären dann verschiedene Unterrichtsfächer (bzw. universitäre Fachdisziplinen), Teildisziplinen bis hin zu konkreten Aufgabenstellungen zu nennen.

Als (auch empirisch) zentrale Unterscheidung stellt sich hier die Differenzierung des akademisch-schulischen FSK in einen mathematisch-naturwissenschaftlichen und einen sprachlichen Bereich heraus, denen die jeweiligen Fächer zugeordnet sind (vgl. Abb. 1), und die untereinander im Wesentlichen nicht korreliert sind (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008).

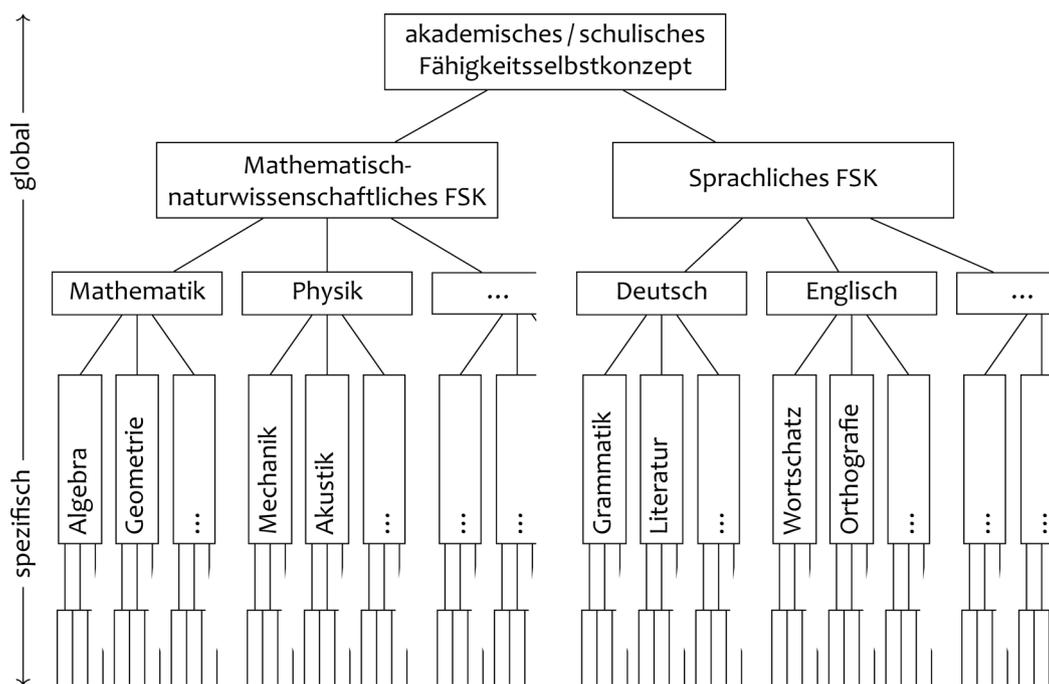


Abbildung 1: Hierarchische Struktur des Fähigkeitsselbstkonzepts (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008, S. 63) vom globalen (oben) bis zum aufgabenspezifischen FSK (unten)

## 2.2 Determinanten und Entwicklung des FSK

Als zentrale Determinante des FSK gilt vor allem der Erfolg in vergangenen Handlungssituationen – einerseits in Form der eigenen subjektiv gefärbten Wahrnehmung, andererseits in Form von Rückmeldungen von Peers oder Bezugspersonen (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008). Grundsätzlich gilt dabei, dass Erfolg eher zu einer Steigerung, Misserfolg eher zu einem Abnehmen des FSK führt.

Allerdings kann dieser Erfolg an verschiedenen Bezugsnormen gemessen werden, die aufgrund unterschiedlicher Rahmungen jeweils zu differenzierteren Effekten führen können: So hat ein Misserfolg in Bezug auf eine kriteriale Bezugsnorm (z. B. bei einer Aufgabe) dann möglicherweise keine negativen Auswirkungen auf das FSK, wenn er mit Bezug auf eine soziale Bezugsnorm (z. B. den Misserfolg der Kommilitonen) relativiert werden kann (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008). Der Vergleich mit einer individuellen Bezugsnorm, also mit der eigenen Leistung zu früheren Zeitpunkten oder in anderen Domänen, kann zu einem Abgleich verschiedener fach- oder bereichsspezifischer FSK-Aspekte untereinander führen.

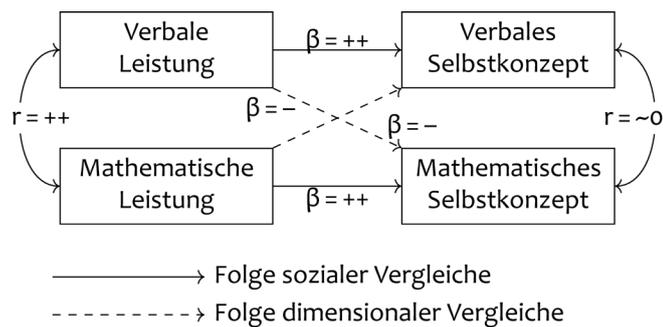


Abbildung 2: Internal-/External-Frame-of-Reference-Modell zur Abgrenzung des mathematisch-naturwissenschaftlichen vom sprachlichen Selbstkonzept (Möller, Pohlmann, Köller & Marsh, 2009; Möller & Trautwein, 2015, S. 190)

Im Rahmen eines *Internal-/ External-Frame-of-Reference*-Modells können diese Bezugsnormen zueinander in Beziehung gesetzt werden. So nehmen Schüler/innen Fach-Unterschiede in ihre eigenen Leistungsfähigkeit sehr deutlich wahr, sie überschätzen ihre Stärken und unterschätzen ihre Schwächen (Möller & Marsh, 2013). Bei einem Abwärts-Vergleich mit einem schwächeren Fach kommt es dann zu einer überstarken Aufwertung des FSK im besseren Fach (Pohlmann & Möller, 2009). In der Summe kommt es auf diesem Wege zu einer sich selbst verstärkenden Abgrenzung des mathematisch-naturwissenschaftlichen vom sprachlichen FSK (vgl. Abb. 2). So konnte bereits Marsh (1986) zeigen, dass ein Leistungsunterschied zwischen den Fächern Mathematik und Englisch einen umso stärkeren positiven Einfluss auf das mathematisch-naturwissenschaftliche Selbstkonzept hat, je weiter die Leistungen in Englisch hinter Mathematik zurückfallen. Umgekehrt ist bei konstanter Mathematiknote das mathematische Selbstkonzept höher, wenn die Deutschnote schwächer ausfällt (Möller & Trautwein, 2015).

Der Einfluss der Bezugsnorm wird hier augenscheinlich durch einen Bezugsgruppeneffekt (sog. *Big-Fish-Little-Pond-Effekt*) moderiert: Personen, die sich in einer leistungsschwachen Gruppe befinden, haben tendenziell ein höheres FSK, als wenn sie sich in einer leistungsstärkeren Gruppe befinden (Möller & Trautwein, 2015). Einen verglichen damit schwächeren Bezugsgruppeneffekt stellt die Assimilation dar, bei der Personen auf die Zuordnung zu einer als fähig angenommenen Gruppe mit einem höheren Fähigkeitsselbstkonzept reagieren (Trautwein, Lüdtke, Köller & Baumert, 2006). Die Bezugsgruppeneffekte scheinen im vorliegenden Kontext besonders interessant, da die Probanden kurz nach einem Wechsel der Bezugsgruppe von der Schule in die Universität befragt werden. Während Sie möglicherweise in der Schule gute bis sehr gute Leistungen in Physik erbracht haben, was einen Abwärtsvergleich und damit eine Steigerung des physikbezogenen FSK wahrscheinlich macht, befinden sie sich nun in einer insgesamt deutlich leistungsfähigeren Gruppe.

Eine weitere Determinante der FSK-Entwicklung kann in der Kausalattribution eines zurückliegenden (Miss-)Erfolgs gesehen werden. Hierbei gilt grundsätzlich, dass eine externe Attribution (Zuschreibung zu einem Faktor außerhalb der eigenen Person) einen geringeren Einfluss auf das FSK hat als eine interne Attribution. Ebenso beeinflusst eine

Zuschreibung zu stabilen Faktoren eher das FSK als zu instabil-variablen Faktoren (Heckhausen & Heckhausen, 2005).

### 2.3 Fähigkeitsselbstkonzept und Lernerfolg

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass sowohl der Lernerfolg einen Einfluss auf das Fähigkeitsselbstkonzept (*skill-development*) als auch das FSK einen Einfluss auf den Lernerfolg (*self-enhancement*) hat, wobei ersterer Zusammenhang generell stärker ausfällt (Marsh & O'Mara, 2009; Moschner & Dickhäuser, 2018).

Während sich der Einfluss des Lernerfolgs auf das FSK aus dem bisher gesagten von selbst ergibt, ist der umgekehrte Einfluss vor allem über die verhaltenssteuernde Eigenschaft des FSK zu erklären. So ist davon auszugehen, dass Lernende Lernhandlungen konzentrierter, zielstrebig und andauernder ausführen, wenn sie von deren Nutzen und Erfolg ausgehen. Ein niedrigeres FSK wird umgekehrt dazu führen, dass Lernende sich eher ablenken lassen oder gar nicht erst anfangen (Meyer, 1984). Auch z. B. die Auswahl von Übungsaufgaben wird vom FSK beeinflusst. So führt ein hohes FSK eher zur Bearbeitung lernwirksamerer Aufgaben, niedriges FSK zur Wahl zu leichter oder zu schwieriger Aufgaben (Nicholls, 1984).

Zusammenfassend kontrastieren Stiensmeier-Pelster und Schöne (2008) die Effekte eines hohen oder niedrigen FSK auf den Lernprozess wie in Tab. 1. Beide Ausgangslagen führen (bei vergleichbarer objektiver Leistungsfähigkeit) zu einem selbst-stabilisierenden FSK und einem mit dem FSK korrelierten Lernerfolg.

Tabelle 1: Auswirkungen eines niedrigen vs. hohen Fähigkeitsselbstkonzepts nach Stiensmeier-Pelster und Schöne (2008, S. 69)

<i>Niedriges Fähigkeitsselbstkonzept</i>	<i>Hohes Fähigkeitsselbstkonzept</i>
Die tatsächliche Leistung wird unterschätzt.	Die tatsächliche Leistung wird überschätzt.
Erfolg wird bevorzugt auf externale Ursachen wie z. B. Glück zurückgeführt.	Erfolg wird bevorzugt auf internal-stabile Ursachen wie die hohe eigene Fähigkeit zurückgeführt.
Misserfolg wird bevorzugt auf internal-stabile Ursachen wie z. B. mangelnde Fähigkeit zurückgeführt.	Misserfolg wird bevorzugt auf variable Ursachen wie z. B. Pech oder mangelnde Anstrengung zurückgeführt.
Misserfolg bewirkt sinkende Erfolgserwartungen und Erfolg führt nicht zu steigenden Erfolgserwartungen.	Misserfolg führt nicht zu abfallenden Erfolgserwartungen und Erfolg bewirkt steigende Erfolgserwartungen.
Die Motivation sinkt und handlungs-irrelevante Gedanken treten (insbesondere nach Misserfolg) vermehrt auf.	Die Motivation steigt und aufgabenbezogene Gedanken sind vorherrschend.
Unangemessene Aufgabenwahl (zu leichte oder zu schwere Aufgaben werden gewählt).	Bevorzugung mittelschwerer (lernförderlicher) Aufgaben.
<b>Ausbleibender Lernerfolg und Leistungsminderung.</b>	<b>Lernerfolg und Leistungssteigerung.</b>
<b>FSK stabilisiert sich selbst.</b>	<b>FSK stabilisiert sich selbst.</b>

### 3 Forschungsfragen

Das erste Studiensemester in Physik stellt verschiedene Herausforderungen an das physikbezogene Fähigkeitsselbstkonzept: Die kriteriale Bezugsnorm in Form wöchentlicher Übungszettel (vgl. Haak, 2016) befindet sich auf einem deutlich höheren Niveau als die Studienanfänger/innen es aus der Schule gewohnt sind. Parallel dazu verändert sich die Bezugsgruppe, wo ebenfalls ein Anstieg des mittleren Leistungsniveaus anzunehmen ist. Dazu kommt, dass die Studierenden sehr häufig nur weitere MINT-Fächer studieren, was einen internen Vergleich mit einem sprachlichen Fach kaum möglich macht, und so die Dynamik im *Internal-/External-Frame-of-Reference-Modell* verändert. Insgesamt ist zu erwarten, dass diese Veränderungen eine grundlegende Neuaushandlung des physikbezogenen FSK erfordern.

Im Folgenden sollen in diesem Kontext die folgenden beiden Forschungsfragen bearbeitet werden:

- Wie schätzen die Studierenden ihre Fähigkeiten im Verlauf des ersten Fachsemesters Physik ein und wie verändert sich diese Einschätzung?
- In welchem Zusammenhang stehen die Entwicklung des FSK und der Fachwissenszuwachs zwischen Beginn und Ende des ersten Semesters?

Zu Forschungsfrage 1 wird dabei das fachbezogene (also auf das Studium in Physik insgesamt) und das aufgabenbezogene (bzgl. Lehrveranstaltungen, Übungsaufgaben) FSK differenziert. Bei Forschungsfrage 2 wird auf die drei Fachwissensfacetten des schulischen, vertieften und universitären Wissens zurückgegriffen (Woitkowski, 2015).

### 4 Methoden

Im Folgenden wird eine Reanalyse von Daten aus dem Projekt KEMΦ (Kompetenzentwicklung Physik in der Studieneingangsphase; Woitkowski, 2018) berichtet. In diesem Projekt werden Fach- und Lehramts-Studierende im ersten Studienjahr Physik mit verschiedenen Instrumenten getestet bzw. befragt. Zur Erfassung des physikbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts wird auf Interviews aus dem ersten Studiensemester (vgl. auch Woitkowski & Reinhold, 2018) zurückgegriffen, die Fachwissensdaten stammen aus dem KEMΦ-Fachwissenstest.

Tabelle 2: Stichprobenüberblick. Mit Studiengang, Abiturnote und letzter schulischer Physiknote laut eigener Angabe der Probanden

Code	Synonym	Studiengang	Abiturnote	Letzte Physiknote
ARD05	Beate	Fachstudiengang Physik	1,3	2+
RDD14	Carsten	Fachstudiengang Physik	2,1	1
NUL02	Daniel	Fachstudiengang Physik	1,0	1+
SDL25	Jasmin	Lehramt Physik, Chemie	3,1	3
UEE10	Laura	Fachstudiengang Physik	1,8	2-
RSE07	Mark	Lehramt Physik, Englisch	3,4	3+

#### 4.1 Stichprobe und Erhebungszeitpunkte

Zur Rekrutierung der Stichprobe wurden im Wintersemester 2015 / 16 die Studierenden der beiden Physik-Grundlagenvorlesungen an der Universität Paderborn zur Teilnahme am Fachwissenstest in der ersten Semesterwoche gebeten. Die 120 Teilnehmer/innen konnten sich im Anschluss an den Test freiwillig zur Teilnahme an der Interview-Begleitstudie melden, was 24 Personen taten. Aus dieser Gruppe wurden acht Studierende nach den Gesichtspunkten einer möglichst gleichmäßigen Studiengangs-, Geschlechter- und Notenverteilung ausgewählt. Nach Studienabbruch bzw. -wechsel zweier Proband/innen aus dem Lehramts-Studium bleiben so die sechs Proband/innen in Tabelle 2, von denen im Folgenden berichtet wird.

Diese Probanden nahmen im Verlaufe des Semesters an fünf Interviews und zwei Fachwissenstests teil. Die Testzeitpunkte finden sich in Tabelle 3 in Kapitel 4.2. Die Testteilnahme war in jedem Fall freiwillig und anonym. Es wurden Probandengelder in Höhe von 50 € gezahlt.

Die Probanden werden im Projekt mit einem fünfstelligen Code anonym identifiziert; zugunsten der Lesbarkeit werden sie im Folgenden jedoch mit Vornamen-Synonymen bezeichnet.

#### 4.2 Erhebung des Fähigkeitsselbstkonzepts

Vier der fünf jeweils ca. 30 bis 45 Minuten dauernden leitfadengestützten Interviews verteilten sich im Abstand von jeweils einigen Wochen über das Wintersemester, das fünfte fand kurz vor der Klausur statt. Inhaltlich wurden in den Interviews jeweils zwei oder drei von fünf verschiedenen Themenblöcken bearbeitet (vgl. Tab. 3). Für die Analysen zum Fähigkeitsselbstkonzept waren vor allem die folgenden Blöcke inhaltlich relevant:

- Studier- und Lernverhalten: Erleben der Lehrveranstaltungen und Übungsaufgaben, Vor- und Nachbereitung, subjektives Vorankommen und Studienerfolg
- Selbstbild als Physiker/in bzw. Physiklehrer/in: Vorstellung von der zukünftigen Tätigkeit, Sozialisation in das universitäre Umfeld, Selbst- und Fremd-Identifikation mit der Physik

- Konkreter Umgang mit dem Übungszettel: Arbeitstechniken, Gruppen- oder Einzelarbeit, Schwierigkeitseinschätzung, Vorstellen der Lösung in der Übung bzw. Klausurvorbereitung; Zeitaufwand, Hilfsmittel, eingeschätzte Erfolgsaussichten

Die Interviews wurden (nach Einverständnis der Probanden) audiographiert und transkribiert. Im Rahmen einer inhaltlich-strukturierenden Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2014) wurden deduktiv aus der Theorie und dem Interviewleitfaden Kategorien entwickelt und mit Definitionen und Ankerbeispielen beschrieben: Ausgangssituation, Fähigkeitseinschätzung im Bezug zu Vorlesung, Übung, Übungszettel, Studium insgesamt, anderes Fach, außerdem Zielsetzung, Anstrengungsbereitschaft, Kausalattribution und Erfolgserwartung.

Tabelle 3: Überblick über die Testzeitpunkte und Interviewinhalte nach Interviewzeitpunkten (IZP)

<i>Zeitpunkt</i>	<i>Testinstrument</i>	<i>Interviewinhalte</i>
1. Semesterwoche (17.10.-21.10.)	Fachwissenstest	
3. Semesterwoche (31.10.-4.11.)	Interview, IZP 1	Vorstellung und Realität des Studiums, Umgang mit Übungszettel
6. Semesterwoche (21.11.-25.11.)	Interview, IZP 2	Studier-/Lernverhalten, Umgang mit Übungszettel, Verstehensmomente
10. Semesterwoche (19.12.-22.12.)	Interview, IZP 3	Selbstbild als Physiker/in, Umgang mit Übungszettel, Planung Weihnachtsferien
12. Semesterwoche (16.01.-20.01.)	Interview, IZP 4	Studier-/Lernverhalten, Umgang mit Übungszettel, Rückschau Weihnachtsferien
14. Semesterwoche (30.01.-3.02.)	Fachwissenstest	
Woche vor Klausur (13.02.-17.02.)	Interview, IZP 5	Vorstellung und Realität des Studiums, Klausurvorbereitung, Verstehensmomente

Die Analyse selbst geschah mehrschrittig: Im ersten Schritt wurden die entwickelten Kategorien auf Anwendbarkeit hin untersucht, indem sie auf ein zufällig gewähltes Interview testweise angewandt und dabei weiter ausgeschärft wurden. Anschließend wurden mit den so bewährten Kategorien alle transkribierten Interviews codiert. Im zweiten Schritt wurde jeweils eine nach Kategorien strukturierte Fallzusammenfassung für jedes der insgesamt 30 Interviews (sechs Personen à fünf Interviews) verfasst. Diese Daten wurden in einer Verlaufszusammenfassung weiter kondensiert, die die Entwicklung des jeweiligen FSK nach Kategorien getrennt nach-vollziehbar macht. Im Folgenden werden vor allem das fachbezogene (also auf das Studium in Physik insgesamt) sowie das auf einzelne Anforderungen und Aufgaben (wie Lehrveranstaltungen, Übungsaufgaben) bezogene FSK betrachtet.

### 4.3 Erhebung des Fachwissens

Im Projekt KEM $\Phi$  wird das Fachwissen mit dem Instrument von Woitkowski (2015) erhoben. Dabei werden drei Wissensfacetten unterschieden:

- Mit *Schulwissen* ist (in Anlehnung an Krauss et al., 2008) dasjenige Wissen gemeint, welches ein durchschnittlicher Schüler/eine durchschnittliche Schülerin am Ende der Sekundarstufe I erworben haben sollte. Zur Operationalisierung werden Items verwendet, die in Bezug auf ihren konzeptuell-begrifflichen Horizont auch in der Schule verwendet werden könnten.
- Das *universitäre* Wissen bezeichnet (in Anlehnung an Riese, 2009) hingegen vollständig von der Schule losgelöstes Wissen, welches in den genutzten Begriffen und / oder im Mathematisierungsgrad (z. B. in der Nutzung von Differential- und Integralrechnung) über das für Schüler/innen Leistbare klar hinausgeht. Entsprechende Testaufgaben können aufgrund des nicht ausreichenden begrifflichen oder mathematisch-methodischen Horizontes auch von sehr guten Schüler/innen in der Regel nicht gelöst werden.
- Das *vertiefte* Wissen bildet eine Brücke zwischen den anderen Stufen, bei der Konzepte und Formulierungen aus beiden Bereichen zu einer stärkeren Durchdringung, einer konzeptuellen Reflexion und einem umfassenderen Verständnis der Physik insgesamt herangezogen werden (Woitkowski & Borowski, 2017).

In Bezug auf die Studieneingangsphase erscheint diese Unterscheidung gerade deswegen interessant, weil Studienanfänger/innen zwar plausibel über Schulwissen verfügen können, jedoch nur auf sehr niedrigem Niveau über universitäres oder vertieftes Wissen (Woitkowski, 2019).

Das Testinstrument ist ein für 60 Minuten Bearbeitungszeit konzipierter Paper-Pencil-Test, welcher neben einigen demographischen Angaben und weiteren Begleitskalen pro Testheft zwischen 25 und 28 Testitems enthält. Jeder Proband erhält im Rahmen eines rotierenden Testheftdesigns zu den beiden hier berichteten Testzeitpunkten disjunkte Testhefte. Die Test werden mit einem ausführlichen Manual dichotom kodiert und rasch-analysiert.

Zur kriterialen Beschreibung des Wissenstandes von Probanden werden (wie z. B. von Klieme et al., 2003, vorgeschlagen) post-hoc Niveaus gebildet. Diese basieren auf dem psychologischen Konzept der Komplexität (Bernholt, Parchmann & Commons, 2009). Proband/innen erreichen höhere Komplexitäten, wenn Sie in der Lage sind, ihr Wissen stärker zu verknüpfen und somit anspruchsvollere Aufgaben zu lösen. Die genutzten Komplexitäten sind dabei: Fakten, Prozessbeschreibungen, Lineare Kausalität und Multivariate Interdependenz (Bernholt et al., 2009, S. 231). Das konkrete Zuordnungsverfahren steht im Folgenden nicht im Fokus, da nur auf die Ergebnisse für die sechs analysierten Probanden zurückgegriffen wird. Es wurde bei Woitkowski (2015; 2019; Woitkowski & Riese, 2017) veröffentlicht. Die Zuordnung der gebildeten Niveaus zu den bewältigten Anforderungs-Komplexitäten zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Zuordnung von Niveaus zu bewältigten Komplexitäten (Woitkowski, 2015)

Schulwissen	Universitäres Wissen	Vertieftes Wissen
Schul-iii: Multivariate-Interdependenz-Anforderungen werden bewältigt.	Uni-ii: Lineare-Kausalitäts- und Multivariate-Interdependenz-Anforderungen werden bewältigt	Vertieft-iii: Multivariate-Interdependenz-Anforderungen werden bewältigt.
Schul-ii: Prozessbeschreibungs- und Lineare-Kausalitäts-Anforderungen werden bewältigt.		Vertieft-ii: Prozessbeschreibungs- und Lineare-Kausalitäts-Anforderungen werden bewältigt.
Schul-i: Fakten-Anforderungen werden bewältigt	Uni-i: Fakten- und Prozessbeschreibungs-Anforderungen werden bewältigt.	Vertieft-i: Fakten-Anforderungen werden bewältigt
Unter Schul-i: Keine Komplexität wird bewältigt	Unter Uni-i: Keine Komplexität wird bewältigt	Unter Vertieft-i: Keine Komplexität wird bewältigt

Im Schul- und vertieften Wissen ergeben sich dabei drei inhaltlich beschriebene Niveaus: Auf dem obersten können komplexe Aufgaben bearbeitet werden, die die Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren erfordern. Auf dem nächstniedrigen Niveau können immerhin einfache einschrittige Zusammenhänge erfolgreich bearbeitet werden. Auf dem untersten Niveau können lediglich unverbundene Fakten genannt werden. Darunter findet sich noch ein Niveau, auf dem keine der genannten Fähigkeiten vorliegt.

Im universitären Wissen ergeben sich zwei inhaltlich beschriebene Niveaus: Auf dem oberen können Zusammenhänge (die in der universitären Physik üblicherweise mathematisch formuliert werden) bearbeitet werden. Auf dem Niveau darunter können nicht-mathematisierte Aufgaben zu Fakten oder einfachen Prozessbeschreibungen erfolgreich bearbeitet werden. Auch hier gibt es ein weiteres Niveau, auf dem keine der genannten Fähigkeiten vorliegt.

## 5 Ergebnisse

Im Folgenden wird zunächst jeder Fall in Form einer kurzen, auf den Interviews basierenden Verlaufszusammenfassung dargestellt. Die sechs Falldarstellungen werden dann vergleichend ausgewertet und schließlich den Fachwissensdaten gegenübergestellt.

### 5.1 Falldarstellungen

Die Darstellung der Fälle konzentriert sich auf das fachbezogene und das aufgabenbezogene FSK und dessen Entwicklung, soweit sie sich aus den Interviewdaten erschließen. Die Darstellung ist nach Interviewzeitpunkten (IZP, Tab. 3) strukturiert. Vorangestellt wird jeweils eine kurze Charakterisierung der Proband/innen. Bei der Darstellung ist zu beachten, dass es sich jeweils um die Wiedergabe von Selbstbeschreibungen und -einschätzungen der Proband/innen handelt, sowie, dass Selbsteinschätzungen und Bewertungen (wie z. B. Zufriedenheit) sich nicht immer problemlos trennen lassen und daher zum Teil gemischt berichtet werden.

### 5.1.1 Fall Beate

Beate hat sich schon immer sehr für Physik interessiert. Das Interesse haben ihre Eltern mitgeprägt, die beide beruflich im naturwissenschaftlichen Bereich tätig sind. Sie interessiert sich besonders für die Argumentationsweise und empfindet Laboratorien als überwältigend. Sie hatte im Abitur Deutsch und Englisch als Leistungsfächer, außerdem Französisch und Spanisch und hält sich für sprachbegabt. Fremdsprachen stellen für sie jedoch keine Alternative zum Physikstudium dar, weil sie nicht ins Lehramt möchte. Aufgrund ihres sprachlich geprägten Abiturs hat sie Angst vor dem Physikstudium und hat gezögert dies zu starten. Ihr ist jedoch eine gute Berufsperspektive wichtig, die sie durch das Physikstudium gegeben sieht, und nicht, indem sie Sprachen oder Musik studiert.

Beate arbeitet von Beginn an in einer Lerngruppe, um ihre schwächeren Vorkenntnisse zumindest teilweise auszugleichen. Sie schätzt ihre Leistungen im Studium im Vergleich zu ihrer Lerngruppe durchgehend im Mittelfeld ein, womit sie wegen ihrer geringeren Vorerfahrungen zunächst nicht gerechnet hätte. Zu Interviewzeitpunkt 3 (IZP 3) äußert sie aber, dass sie sich und ihre Lerngruppe im Vergleich zu den anderen Kommiliton/innen eher im unteren Leistungsbereich einschätzt. In der Vorlesung kommt Beate von Beginn an gut mit und fühlt sich durch den Vorkurs gut auf das Lerntempo vorbereitet.

Von IZP 1 an fällt Beate das Lösen von (auch leicht erscheinenden) Übungsaufgaben schwer. Bei ihren Kommiliton/innen sieht sie diese Schwierigkeiten ebenfalls. Zu IZP 2 hat sie das Gefühl, viele Aufgaben noch nicht verstanden zu haben, kann die Musterlösungen aber nachvollziehen. Das ändert sich bis IZP 4 nur wenig, sie kommt nun aber tendenziell etwas besser mit.

Aufgrund ihres mäßigen Lernfortschritten sieht sich Beate zu IZP 3 noch nicht richtig als Physikerin, geht aber davon aus, dass sie sich noch dazu entwickeln wird, weil sie die Physik interessiert und ihr das Studium Spaß macht.

Zu IZP 5 ist Beate mit der Probeklausur gut zurechtgekommen, die sie leichter als die Übungszettel einschätzt, mit denen sie nun aber ebenfalls weniger Schwierigkeiten hat. Einige Themen hat sie erst jetzt richtig verstanden. Sie gibt wiederum an, dass viele Kommiliton/innen ähnliche Probleme mit den Aufgaben haben wie sie.

Beate zeigt durchgängig einen günstigen Attributionsstil (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008): Misserfolge schreibt sie zum einen external-stabilen Ursachen zu (Andere haben auch Schwierigkeiten, Aufgaben sind also generell sehr schwer). Zum anderen schreibt sie Misserfolg internal-veränderlichen Faktoren zu (hat zu wenig gelernt). Erfolge bei der Bearbeitung von Aufgaben schreibt sie ihren eigenen Fähigkeiten zu. Obwohl sie sich im Vergleich mit dem gesamten Semester eher schwach einschätzt, vergleicht sie sich eher mit ihrer Lerngruppe, mit der sie sich auf einem Niveau einschätzt. Sie vermeidet so einen für das FSK ungünstigen Aufwärtsvergleich (Möller & Trautwein, 2015).

### 5.1.2 Fall Carsten

Physik gefiel Carsten schon immer. Er konnte es in der Oberstufe jedoch nicht belegen, weil er eine zweite Fremdsprache wählen musste. Er hat bei ‚Jugend Forscht‘ einen Preis in Physik gewonnen und auch an anderen Wettbewerben teilgenommen. Er ist technisch interessiert, hat zwischen einem Informatik- und Physik-Studium geschwankt und sich letztendlich aufgrund der Jugend-Forscht-Arbeit für Physik entschieden.

Carsten sieht sich insgesamt eher als Durchschnittsbürger als als Physiker, da ihm für letzteres der Studienabschluss fehlt. Im Bereich des Experimentierens hält er sich aber für einen fähigen Physiker.

Die Übungszettel bearbeitet er zusammen mit einer Lerngruppe, auf deren Unterstützung er zur Lösung der Aufgaben häufig zurückgreifen muss. In den Übungen stellt er etwa alle zwei Wochen eine Aufgabenlösung vor. Ab IZP 3 kann er häufiger Aufgaben richtig lösen und ist weniger auf seine Kommiliton/innen angewiesen.

Das allgemeine Anspruchsniveau nimmt Carsten ab IZP 1 als hoch wahr und findet das Studium zu IZP 2 „stressig“ und belastend, er kann den Lehrveranstaltungen weder gut noch schlecht folgen. Zu IZP 4 ist er zum ersten Mal mit seinem Studium zufrieden und kommt auch in den Lehrveranstaltungen besser mit. Mit seinem Lernfortschritt ist er nun zufriedener als noch zu Semesterbeginn gedacht. Themen, die ihm zuvor schwergefallen sind, versteht er nun besser.

Seine Leistungen schätzt Carsten durchgehend im mittleren Bereich ein, viele neue Inhalte bereiten ihm Schwierigkeiten, das Übertragen auf konkrete Aufgaben fällt ihm schwer. Sein Vorwissen hält er für schwächer als das seiner Kommiliton/innen. Zu IZP 5 empfindet er die Probeklausur als einfach und geht für die Klausur von einer Note im guten Bereich aus.

Carsten zeigt von Beginn des Semesters einen günstigen Attributionsstil: Er geht seit IZP 1 davon aus, das Studium aufgrund seiner Fähigkeiten zu schaffen – auch wenn er evtl. aufgrund schwachen Vorwissens etwas länger als die Regelstudienzeit benötigen könnte. Die Ursachen für nicht bewältigte Aufgaben lokalisiert er hauptsächlich außerhalb seiner Person und schreibt sie external-stabilen Faktoren zu (Inhalte waren in der Vorlesung noch nicht dran, Fehler in der Aufgabenstellung).

### 5.1.3 Fall Daniel

Die Entscheidung für Physik hat Daniel aufgrund eines Bauchgefühls getroffen. Daniel wollte lange Zeit Informatik studieren, hat sich dann jedoch für Physik entschieden, weil er einige Themen in diesem Bereich sehr interessant findet und gerne in die Forschung möchte, die ihn begeistert. Themen, die ihn besonders interessieren, sind das Subatomare und die Astrophysik. Er geht davon aus, dass das Physikstudium schwierig ist, dies reizt ihn aber eher, als dass es ihn davon abhalten würde.

Daniel empfindet das Studium ab IZP 1 als fordernd und anspruchsvoll, kommt in den Lehrveranstaltungen aber von Beginn an sehr gut mit. Das Studium macht ihm von Anfang an Spaß, er identifiziert sich stark mit der Physik und hält sich für einen fähigen Physiker.

Den Übungszettel bearbeitet er in einer Lerngruppe. Er stellt durchgehend fast jede Woche eine Aufgabe in der Übung vor. Bei der Lösung der Aufgaben hat Daniel zu IZP 1 kaum Schwierigkeiten, nimmt ab IZP 2 aber einen deutlichen Schwierigkeitsanstieg wahr, der ihn frustriert. Er ist dennoch bereit, Zeit zu investieren, so dass er die meisten Aufgaben erfolgreich lösen kann. Ab IZP 4 fällt ihm die Lösung der Aufgaben dann wieder graduell leichter.

Im Vergleich mit seiner als recht fähig eingeschätzten Lerngruppe schätzt er sich anfangs auf einem Niveau, ab IZP 3 aber als zunehmend fähiger ein. Zu IZP 5 kann Daniel auch

Aufgaben sicher lösen, mit denen er zuvor Schwierigkeiten hatte. Auf die Klausur fühlt er sich sehr gut vorbereitet.

Daniel zeigt einen günstigen Attributionsstil: Ursachen für Misserfolg lokalisierte er außerhalb seiner Person und schrieb sie external-stabilen Faktoren zu (Fehler in Aufgabenstellung oder Vorlesung). Schreibt er Misserfolg seiner eigenen Person zu, handelt es sich um instabile und von ihm kontrollier- bzw. veränderbare Faktoren (kleine Rechenfehler). Er geht grundsätzlich davon aus, dass er aufgrund seiner Fähigkeiten die Aufgaben lösen kann und sie für ihn nicht so schwer sind, auch wenn er nicht direkt einen Lösungsansatz dafür gefunden hat.

#### 5.1.4 Fall Jasmin

Jasmin studiert Gymnasiallehramt mit den Fächern Physik und Chemie. Zuvor hat sie ein Jahr lang Chemie als Fach-Studiengang studiert. Sie empfand Physik in diesem Studiengang als sehr interessant und hat dann den Studiengang gewechselt. Für das Lehramt hat sie sich entschieden, weil ihr die spätere Arbeit mit den Jugendlichen besser gefällt und mehr Spaß macht als die Arbeit als Chemikerin. Sie beschreibt ihr vorheriges Studium als nicht sehr erfolgreich, weil sie im zweiten Semester lange krank war. Eine Experimentalphysik-Vorlesung hat sie bereits in ihrem vorherigen Studiengang belegt.

Jasmin sieht sich selbst als halbe Physikerin und halbe Chemikerin. Sie ist mit ihren Leistungen durchgehend zufrieden. Das erste Semester empfindet sie als wesentlich anspruchsvoller als die Schulzeit.

In den Lehrveranstaltungen kommt Jasmin durchgehend gut mit und schätzt ihre Leistungen im Vergleich mit ihren Kommiliton/innen im Mittelfeld ein. An der Vorlesung nimmt sie ab IZP 4 nicht mehr regelmäßig teil (hohe Fahrzeit beim Pendeln), arbeitet die Inhalte aber mit gemischtem Erfolg zu Hause nach.

Jasmin konnte anfangs alle Übungsaufgaben lösen, empfindet sie ab IZP 2 zunehmend als komplizierter. In der Übung selbst kommt sie weder gut noch schlecht mit, versteht aber alles, was der Übungsleiter erklärt. Zu IZP 4 nehmen die Schwierigkeiten mit den Übungszettel wieder ab.

Ihre Leistungen schätzt sie zu IZP 2 im Vergleich zu ihren Kommilitonen im Mittelfeld ein. Mit ihrem Lernfortschritt ist sie zufrieden, könnte aber noch mehr erreichen, wenn sie sich weniger (z. B. vom Handy) ablenken ließe. Zu IZP 5 gibt sie an, die Klausur wegen des Laborpraktikums (Chemie) erst zum zweiten Klausurzeitpunkt mitschreiben zu wollen. Sie geht davon aus, im guten Bereich zu bestehen.

Jasmin schreibt sowohl Misserfolge als auch Erfolge hauptsächlich internalen Faktoren zu (Geometrie und Herleitungen konnte sie noch nie). Dieser internal-stabile und globale Attributionsstil wirkt sich auf ihre Aufgabenwahl ungünstig aus. Dennoch geht sie das ganze Semester davon aus, dass sie aufgrund ihrer Fähigkeiten dazu in der Lage ist, ihre Defizite mit einer vermehrten Anstrengungsbereitschaft auszugleichen.

#### 5.1.5 Fall Laura

In der Schule hat Laura den Physik-Leistungskurs besucht. Sie wollte eigentlich erst Medizinphysik oder Astrophysik studieren, hat sich aber aufgrund des späteren Berufsweges zunächst für die allgemeine Physik entschieden und will sich später spezialisieren.

Das Studium im Allgemeinen macht Laura im ersten Semester sehr viel Spaß und sie ist mit ihren Leistungen dauerhaft zufrieden. Mit den Lehrveranstaltungen kommt sie gut zurecht, nimmt zu IZP 4 aber ein ansteigendes Lehrveranstaltungstempo wahr.

Anfangs kann sie nicht alle Aufgaben erfolgreich lösen, versteht die Lösungen aber in der Nacharbeit. Zu IZP 2 hat sie im Schnitt zwei Aufgaben pro Übungszettel richtig gelöst, empfindet die Nacharbeit aber als sehr „stressig“. Bis zu IZP 4 steigt die Anzahl der gelösten Aufgaben leicht an. Im ganzen Semester hat sie Probleme einen Lösungsansatz zu finden. In der Übung würde sie durchaus eine Aufgabe vorrechnen, wird dazu aber nicht drangenommen.

Bis IZP 2 schätzt sie ihre Kommilitonen auf demselben Niveau ein wie sich selbst. Ab IZP 3 gehört sie zu den fähigeren Personen in ihrer Lerngruppe. Zu IZP 4 gibt sie an, noch mehr leisten zu können, aber eine gute Balance zwischen Freizeit und Studium anzustreben. Sie schätzt sich im Vergleich im oberen Mittelfeld oder darüber ein. Zu IZP 5 gibt sie an, einige Begriffe und Konzepte erst jetzt richtig verstanden zu haben. Für die Klausur rechnet sie mit einer sehr guten Note.

Laura zeigt von Beginn des Semesters an einen günstigen Attributionsstil: Die Ursachen für Misserfolg schrieb sie hauptsächlich external-instabilen Faktoren zu (hängt wegen Praktikum in der Vorlesung zurück). Erfolg bei der Bearbeitung von Aufgaben schreibt sie ihren eigenen Fähigkeiten zu (hat Formeln im Kopf). Laura empfand es grundsätzlich als nicht schlimm, dass sie mit der Bearbeitung der Übungszettel zum Teil Schwierigkeiten hatte, weil sie davon ausgegangen ist, ihre Defizite aufgrund ihrer Fähigkeiten mit Lernen auszugleichen.

### 5.1.6 Fall Mark

Mark wollte erst Film, Architektur oder Kriminologie studieren, hat sich dann aber für das Lehramt in Englisch entschieden. Sprachen findet er interessant und Englisch war in der Schule immer eines seiner besten Fächer. Als zweites Fach schwankte er zwischen Mathematik und Physik und hat sich letztlich für Physik entschieden, weil er keine zwei Hauptfächer haben wollte (Korrekturaufwand) und er Physik etwas interessanter findet. In der Schule hatte er Physik als Grundkurs. Er würde später lieber mehr Englisch unterrichten als Physik.

Mark ist mit seinen Leistungen durchgängig zufrieden. Das Studium empfindet er vom Tempo her als schneller, aber nicht als anspruchsvoller als die Schule. Mark ist von Beginn an weder über- noch unterfordert. Mit seinem Lernfortschritt ist er zufrieden.

Er sieht sich nicht sehr als Physiker, weil Physik nur einen Teil seines Studiums ausmacht und er sich in Physik nicht so gut auskennt. Ob er ein fähiger Physiklehrer wird, kann er noch nicht einschätzen, weil ihm noch die didaktischen Grundlagen fehlen.

Zu IZP 2 nimmt Mark nur noch etwa ein Fünftel der Vorlesungen wahr. In der Vorlesung komme er aber gut mit, da ihm die meisten bisher behandelten Inhalte schon aus der Schule bekannt seien. Ab IZP 4 besucht Mark zunächst die Übungen, dann auch die Vorlesungen gar nicht mehr, sondern eignet sich die Inhalte im Selbststudium an. Er gibt an, mit den Vorlesungsinhalten gut mitzukommen.

Bei den Übungsaufgaben kommt Mark zu IZP 2 nicht selbst auf die Ansätze, kann sie aber in der Nacharbeit nachvollziehen. Zu IZP 3 kann Mark auf jedem Übungszettel etwa

zwei Aufgaben richtig lösen. In der Übung hat er noch keine Aufgabe vorgerechnet, weil er sich entweder nicht gemeldet hatte oder nicht drangenommen wurde. Ab IZP 4 bearbeitet er die Übungszettel nicht mehr. Seine Leistungen schätzt er zu IZP 2 im Vergleich zu seinen Kommilitonen im unteren Mittelfeld ein, zu IZP 4 als maximal durchschnittlich.

Zu IZP 5 ist Mark mit seinem Lernfortschritt zufrieden. Die Klausur würde er zwar bestehen, will sie aber auf das nächste Jahr verschieben, weil er viele Flüchtigkeitsfehler fürchtet. Seinen Lernfortschritt schätzt er gering ein, weil ihm die meisten Inhalte bereits aus der Schule bekannt und andere sofort verständlich waren.

Mark zeigt von Beginn des Semesters an einen günstigen und schützenden Attributionsstil (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008): Er ist von Beginn an davon überzeugt aufgrund seiner Fähigkeiten das Studium auch mit wenig Aufwand beenden zu können. Er führt seine geringen Leistungen nicht auf seine mangelnden Fähigkeiten oder wenig aktive Teilnahme zurück, sondern argumentiert hauptsächlich mit internal-variablen Ursachen (mit mehr Anstrengung wären auch seine Leistungen besser) und verortet sich gleichzeitig im unteren Mittelfeld der Lerngruppe.

Interessant ist, dass Marks durchweg hohes kriteriales FSK (kommt gut mit, kann Aufgaben lösen, würde die Klausur bestehen) mit einer Vermeidung der Auseinandersetzung mit externen Kriterien wie Übungsaufgaben oder Vorlesungsinhalten ebenso wie mit einer deutlich schwächeren Einschätzung im Vergleich zu seinen Kommilitonen einhergeht. Zunächst geschieht dies durch das Verdrängen von Misserfolgen, später durch das Meiden von Lehrveranstaltungen.

## 5.2 Forschungsfrage 1: FSK im ersten Fachsemester

Aus den Fallzusammenfassungen wird zunächst ein Überblick über die Entwicklung des fachbezogenen und des aufgabenbezogenen FSK in den stark komplexitätsreduzierten Ausprägungen Gering, Mittel und Hoch im Sinne einer Gesamtschau der wesentlichen Tendenz gebildet (Tab. 5).

Tabelle 5: Zusammenfassender Überblick über die FSK-Entwicklung im ersten Semester

Name	Fachbezogenes FSK	Aufgabenbezogenes FSK
Beate	Mittel (geringes Vorwissen)	Gering, ab IZP 4 mittel
Carsten	Mittel	Gering, ab IZP 3 mittel
Daniel	Hoch	Hoch
Jasmin	Mittel	Hoch, ab IZP 2 mittel
Laura	Hoch (bei Anstrengung)	Mittel, zur Klausur hoch
Mark	Kriterial hoch, sozial mittel	Kriterial hoch, sozial mittel

Es zeigt sich zunächst, dass die beiden Selbsteinschätzungen der Studierenden in Relation zur Lerngruppe bzw. in Relation zu den kriterialen Anforderungen (Übungsaufgaben, später Klausur) in den meisten Fällen miteinander übereinstimmen. Lediglich Mark äußert in Bezug auf die Anforderungen ein hohes FSK, sieht sich aber dennoch nur im Mittelfeld

der Lerngruppe. Diese Diskrepanz kann gut mit dem festgestellten Meiden von Situationen erklärt werden, die ihm einen Abgleich mit objektiven Kriterien erlauben würden.

Das fachbezogene FSK ist bei allen Proband/innen über das Semester im Wesentlichen stabil. Im Detail zeigen sich kleinere Schwankungen im Semesterverlauf, die eher auf Frustration über Aspekte wie Arbeitstempo oder allgemeines Anforderungsniveau zurückgeführt werden können, das generelle fachbezogene FSK nicht langfristig angreifen.

Das aufgabenbezogene FSK zeigt bei fast allen Proband/innen im Laufe des Semesters Schwankungen. Auslöser dafür ist einerseits das allgemeine Schwierigkeitsniveau und andererseits ein augenscheinlicher Lern- oder Anpassungseffekt im Laufe des Semesters. In allen Fällen, in denen eine deutliche und andauernde Veränderung des aufgabenbezogenen FSK sichtbar wird (das sind Beate, Carsten, Jasmin), geschieht dies in Angleichung an das fachbezogene FSK. Selbst bei Laura, die ein insgesamt sehr hohes fachbezogenes FSK aufweist, sich aber nur mittelmäßige Leistungen attestiert und dies mit mangelnder Anstrengung begründet, zeigt sich in der Klausurvorbereitung (bei vermutlich höherer Anstrengung) ein Aufschließen des aufgabenbezogenen zum hohen fachbezogenen FSK.

Der im Rahmen des *Internal-/External-Frame-of-Reference-Modells* zu erwartende Vergleich mit anderen Fächern kann nur in drei Fällen nachvollzogen werden: Beate nimmt sich zu Beginn des Studiums als vor allem sprachlich begabt wahr und begründet dies u. a. mit ihren Oberstufenkursen. Die Studienwahl Physik trifft sie aus anderen Gründen. Über ihre Leistungen in Physik ist sie dann auch zunächst erstaunt, gleicht ihr FSK aber schnell an und trifft im weiteren Verlauf der Interviewserie auch keine Vergleiche mehr mit ihren sprachlichen Leistungen. Jasmin und Mark haben im Lehramt jeweils ein weiteres Fach. Jasmin hat zuvor sogar Chemie studiert und dort ihr Interesse und positives FSK in Physik entwickelt, was sie schließlich zum Fachwechsel (mit-)motiviert. Mark hingegen legt einen stärkeren Fokus auf sein anderes Fach (Englisch), gegenüber dem er die Physik bis hin zur Nicht-Teilnahme an den Lehrveranstaltungen vernachlässigt. Sein FSK in Physik beeinträchtigt dies jedoch nicht sichtbar.

### **5.3 Forschungsfrage 2: Zusammenhang zwischen Fachwissen und FSK**

Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen dem FSK und dem Fachwissenserwerb werden in Tabelle 6 die Ergebnisse aus dem Fachwissenstest zu Semesterbeginn und -ende gezeigt.

Tabelle 6: Fachwissens-Niveaus zu Semesterbeginn (oben) und Semesterende (unten). Daneben ist der Niveauanstieg numerisch ausgezählt.

Name	Fachwissens-Niveaus			Niveau-Anstieg
Beate	unter Schul-i	unter Vertieft-i	unter Uni-i	Insgesamt: 5
	Schul-iii	unter Vertieft-i	Uni-i	Uni: 1
Carsten	Schul-ii	unter Vertieft-i	unter Uni-i	Insgesamt: -3
	unter Schul-i	unter Vertieft-i	unter Uni-i	Uni: 0
Daniel	Schul-iii	unter Vertieft-i	Uni-i	Insgesamt: 2
	Schul-ii	Vertieft-iii	Uni-i	Uni: 0
Jasmin	unter Schul-i	unter Vertieft-i	unter Uni-i	Insgesamt: 1
	unter Schul-i	unter Vertieft-i	Uni-i	Uni: 1
Laura	unter Schul-i	unter Vertieft-i	unter Uni-i	Insgesamt: 4
	Schul-ii	unter Vertieft-i	Uni-ii	Uni: 2
Mark	unter Schul-i	Vertieft-i	unter Uni-i	Insgesamt: 5
	Schul-iii	Vertieft-i	Uni-i	Uni: 1

Nach Dickhäuser, Schöne, Spinath und Stiensmeier-Pelster (2002) sollte das fachbezogene FSK den Zusammenhang zwischen FSK und Lernerfolg dominieren. Die vorliegenden Daten lassen zumindest eine Tendenz in diese Richtung erkennen. Als relevanten Lernerfolg betrachten wir hier den Anstieg im universitären Wissen (das ist diejenige Wissensfacette, die als hauptsächlicher Gegenstand universitärer Lehrveranstaltungen angenommen werden kann; Woitkowski, 2015, 2019). Dort starten bis auf Daniel alle Probanden unter dem Niveau *Uni-i*. Ebenso erreichen alle bis auf Laura zu Semesterende das Niveau *Uni-i* (Zum Vergleich: In der gesamten Stichprobe von 69 Probanden erreichen zu Semesterende 12 das Niveau *Uni-ii* und 14 das Niveau *Uni-i*, 43 bleiben unter *Uni-i*).

Den stärksten Niveauanstieg im universitären Wissen sieht man bei den Probanden mit hohem fachbezogenen FSK, Laura und Mark. Daniel, der als einziger mit substanziellem Wissen in diesem Bereich startet, weist dafür als einziger einen Zuwachs im vertieften Wissen auf, zu dessen Aufbau das universitäre Wissen als Voraussetzung angenommen werden kann (Woitkowski, 2015). Bei Mark und Beate zeigt sich zusätzlich ein starker Anstieg im Schulwissen. Mark hatte berichtet, viele Inhalte aus der Schule zu kennen, es könnte sich hier also um einen Erinnerungseffekt handeln. Beate hatte sich gezielt einer Lerngruppe angeschlossen, um ihr schwaches Vorwissen auszugleichen. Möglicherweise hat dies tatsächlich zu einer Verbesserung des schulischen Wissens beigetragen.

Im Bereich des mittleren FSK ist der Befund uneinheitlich: Carsten berichtet im Laufe des Semesters von nennenswerter Frustration und ist gleichzeitig der einzige Proband, der im universitären Wissen unter Niveau *Uni-i* bleibt. Beate zeigt einen Niveauanstieg, was mit einem günstigen Attributionsstil und zudem mit einem geschickten Abwärtsvergleich (ganzes Semester vs. eigene Lerngruppe) einhergeht. Jasmin zeigt einen Anstieg im universitären Wissen, aber auch nur hier.

Auf der vorliegenden Datenbasis kann somit zunächst nur festgestellt werden, dass ein hohes fachbezogenes FSK mit Wissenszuwachs einhergeht, ein mittleres aber mit

differenzierten Effekten. Um diese aufzuklären, wären weitergehende Daten, z. B. zum konkreten Lernverhalten oder zur Dynamik in Lerngruppen zu erheben.

## 6 Diskussion und Fazit

Die Studieneingangsphase stellt fachliche und überfachliche Anforderungen ganz unterschiedlicher Art an die Studienanfänger/innen (Petzold-Rudolph, 2018; Rabe, 2019; Trautwein & Bosse, 2017; Woitkowski & Reinhold, 2018). Als mediierender Faktor auf das Arbeits- und Lernverhalten und letztlich den Lernerfolg kann dabei das Fähigkeitsselbstkonzept angesehen werden (Wigfield & Eccles, 1992). Dieses meistens hierarchisch modellierte Konstrukt bezeichnet die mentale Repräsentation eines Probanden oder einer Probandin von den eigenen Fähigkeiten (Stiensmeier-Pelster & Schöne, 2008). In Bezug auf das Studienfach Physik wurden hier im Rahmen von fünf Interviews mit jeweils sechs Proband/innen im Verlauf des ersten Semesters Hinweise auf das eher allgemein-fachbezogene und das spezifischer aufgabenspezifische FSK analysiert.

Die vorliegenden Interviewdaten zeigen ein weites Spektrum von Ausprägungen des Fähigkeitsselbstkonzepts in Bezug auf das Physikstudium und die dort gestellten Anforderungen. Obwohl der Befund insgesamt sehr heterogen ausfällt, lässt sich in jedem Fall ein differenziertes und sich über das Semester in den meisten Fällen auch veränderndes FSK feststellen. Während das Mitarbeiten in den Vorlesungen meistens als geringes Problem wahrgenommen wird, stellen die wöchentlich gestellten Übungsaufgaben etwa ab der zweiten oder dritten Semesterwoche zunehmend eine Herausforderung dar, bis irgendwann vor Weihnachten ein Gewöhnungseffekt eintritt.

Unterscheidet man das auf das Studienfach Physik insgesamt vom auf die gestellten Aufgaben und Anforderungen bezogenen FSK, so bleibt ersteres im Verlaufe des Semesters vergleichsweise stabil. Letzteres verändert sich im Semesterverlauf stärker und gleicht sich dabei ersterem an. Das bedeutet aber auch, dass schwierige Aufgabenstellungen die allgemeine Einschätzung, man sei ein/e fähige/r Physiker/in kaum beeinflusst. Zumindest bei Personen, die regelmäßig an den Lehrveranstaltungen teilnehmen, macht es dabei auch keinen wesentlichen Unterschied, ob die Studierenden ihre Leistungen in Relation zu ihren Kommilitonen oder zu konkreten Anforderungskriterien (wie Übungsaufgaben oder Klausur) einschätzen.

Der vor dem Literaturbefund (Dickhäuser et al., 2002) her zu erwartende Zusammenhang mit dem Fachwissen fällt zweigeteilt aus: Ein grundsätzlich hohes fachbezogenes FSK geht auch mit Wissenszuwachs einher; bei einem mittleren fachbezogenen FSK spielen hingegen Effekte wie die konkrete Lern- oder Vergleichsgruppe und wahrscheinlich auch hier nicht untersuchte Einflüsse des Arbeits- oder Gruppenverhaltens eine Rolle.

Im Rahmen universitärer Lehr- oder Unterstützungsangebote könnte auf das FSK unterschiedlich reagiert werden. Vor dem Hintergrund dieser Daten erscheint vor allem eine günstige Zusammenstellung der Lerngruppe angezeigt, die den Studierenden in schwierigeren Phasen verdeutlicht, dass sie nicht als einzige Schwierigkeiten mit gestellten Aufgaben haben, und so einen ungünstigen Aufwärtsvergleich vermeiden hilft. Bei Leistungsrückmeldungen an Studierende ist der parallel ablaufende Vergleich mit der Bezugsgruppe zumindest im Blick zu behalten und Lehrende entsprechend zu sensibilisieren (Möller &

Trautwein, 2015). Hier wäre z. B. denkbar, Studierenden transparent zu machen, welche Aufgaben als leicht oder schwierig gelten können und dass viele Studienanfänger/innen damit Probleme hatten. Ein forcierter Austausch zwischen Studierenden (etwa in Lerngruppen oder Präsenzübungen) könnte ebenfalls hilfreich sein.

Ob darüber hinaus ein gezieltes Training des Selbstkonzepts wirksam ist, kann aufgrund der Literaturlage eher hinterfragt werden. Im Vordergrund müsste hier vor allem das Einüben günstiger Attributionsmuster stehen (vgl. Försterling, 1985). Ein solches Training könnte zwar im Prinzip im Rahmen der Unterstützungsangebote eines Lernzentrums angeboten werden (Haak, 2017). Wie bei vielen dieser Angebote müsste aber befürchtet werden, dass sich dafür vor allem diejenigen Studierenden interessieren, die von der adressierten Problematik eben nicht betroffen sind.

## Literatur

- Bernholt, S., Parchmann, I. & Commons, M. L. (2009). Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 219-245.
- Bosse, E. & Trautwein, C. (2014). Individuelle und institutionelle Herausforderungen der Studieneingangsphase. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(5), 41-62.
- Clark, M. & Lovric, M. (2009). Understanding secondary–tertiary transition in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(6), 755-776.
- Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23(4), 393-405.
- Försterling, F. (1985). Attributional retraining: A review. *Psychological Bulletin*, 98, 495-512.
- Haak, I. (2016). Was macht eine gute Übung aus?: Ein Vergleich von Vorstellungen zum physikalischen Übungsbetrieb. *die Hochschullehre*, 2, 1-25.
- Haak, I. (2017). *Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*. Berlin: Logos.
- Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (Hrsg.) (2005). *Motivation und Handeln* (3. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Helmke, A. (2015). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. (6. Aufl.). Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., Woisch, A. (2017). *Studienerwartungen und Studienwirklichkeit, Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen*. Hannover: DZHW.
- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. & Ulriksen, L. (2014). A journey of negotiation and belonging: Understanding students' transitions to science and engineering in higher education. *Cultural Studies of Science Education*, 9(3), 755-786.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., ... Vollmer, H. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: Eine Expertise. Stand Juni 2003*. Bonn: BMBF.

- Köller, O. & Möller, J. (2004). Die Genese akademischer Selbstkonzepte: Effekte dimensionaler und sozialer Vergleiche. *Psychologische Rundschau*, 55(1), 19-27.
- Konrad, K. (2014). *Lernen lernen – allein und mit anderen: Konzepte, Lösungen, Beispiele*. Wiesbaden: Springer VS.
- Krauss, S., Neubrand, J., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematikdidaktik*, 29(3/4), 223-258.
- Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (2., durchges. Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.
- Marsh, H. W. (1986). Verbal and math self-concepts: An internal/external frame of reference model. *American Educational Research Journal*, 23, 129-149.
- Marsh, H. W. & O'Mara, A. (2009). Reciprocal effects between academic self-concept, self-esteem, achievement, and attainment over seven adolescent years: Unidimensional and multi-dimensional perspectives of self-concept. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34(542-552).
- Meyer, W.-U. (1984). *Das Konzept von der eigenen Begabung*. Bern, Stuttgart, Toronto: Hans Huber.
- Möller, J. & Marsh, H. W. (2013). Dimensional comparison theory. *Psychological Review*, 120, 544-560.
- Möller, J., Pohlmann, B., Köller, O. & Marsh, H. W. (2009). A meta-analytic path analysis of the internal/external frame of reference model of academic achievement and academic self-concept. *Review of Educational Research*, 79, 1129-1167.
- Möller, J. & Trautwein, C. (2015). Selbstkonzept. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*. 2. Aufl. (S. 177–199). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Moschner, B. & Dickhäuser, O. (2018). Selbstkonzept. In D. H. Rost, J. R. Sparfeldt & S. R. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage (S. 750–756). Weinheim: Beltz.
- Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91, 328-346.
- Petzold-Rudolph, K. (2018). *Studienerfolg und Hochschulbindung: Die akademische und soziale Integration Lehramtsstudierender in die Universität*. Wiesbaden: Springer VS.
- Pohlmann, B. & Möller, J. (2009). On the benefit of dimensional comparisons. *Journal of Educational Psychology*, 101, 248-258.
- Rabe, T. (2019). Identitätsaushandlungen zu Physik als Aspekt naturwissenschaftlicher (Grund)Bildung? In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe* (S. 25–38). Regensburg: Universität Regensburg.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Berlin: Logos.
- Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2003). Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung. In J. Stiensmeier-Pelster & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept. Tests und Trends* (Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik, S. 3–14). Göttingen: Hogrefe.

- Shavelson, R. J., Hubner, J. J. & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407-441.
- Stiensmeier-Pelster, J. & Schöne, C. (2008). Fähigkeitsselbstkonzept, Self-concept of Ability. In W. Schneider & Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (Bd. 10, S. 75–83). Göttingen: Hogrefe.
- Trautwein, C. & Bosse, E. (2017). The first year in higher education: critical requirements from the student perspective. *Higher Education*, 73(3), 371-387.
- Trautwein, C., Lüdtke, O., Köller, O. & Baumert, J. (2006). Self-esteem, academic self-concept, and achievement: How the learning environment moderates the dynamics of self-concept. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(2), 334-349.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12, 265-310.
- Wild, E. & Esdar, W. (2014). *Eine heterogenitätsorientierte Lehr-/Lernkultur für eine Hochschule der Zukunft: Fachgutachten im Auftrag des Projekts nexus der Hochschulrektorenkonferenz*. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz.
- Woitkowski, D. (2015). *Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung: Konzeptionalisierung, Messung, Niveaubildung*. Berlin: Logos.
- Woitkowski, D. (2018). Fachwissen und Problemlösen im Physikstudium: Vorstellung des Forschungsprojektes KEMΦ. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Würzburg*, 125-131.
- Woitkowski, D. (2019). Erfolgreicher Wissenserwerb im ersten Semester Physik. Analyse mithilfe eines Niveaumodells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 97-114.
- Woitkowski, D. & Borowski, A. (2017). Fachwissen im Lehramtsstudium Physik. In H. Fischer & E. Sumfleth (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik (Studien zum Physik- und Chemielernen, S. 57–74)*. Berlin: Logos.
- Woitkowski, D. & Reinhold, P. (2018). Strategien und Probleme im Umgang mit Übungsaufgaben: Pilotergebnisse einer Interviewstudie im ersten Semester Physik. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen* (S. 726–729). Regensburg: Universität Regensburg.
- Woitkowski, D. & Riese, J. (2017). Kriterienorientierte Konstruktion eines Kompetenzniveaumodells im physikalischen Fachwissen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 39-52.

## Autor/-innen

Dr. David Woitkowski. Universität Paderborn, Didaktik der Physik, Paderborn,; Email: [david.woitkowski@uni-paderborn.de](mailto:david.woitkowski@uni-paderborn.de)

Sandra Breitkopf, Lehramtsstudentin der Universität Paderborn; Email: [skopf@mail.uni-paderborn.de](mailto:skopf@mail.uni-paderborn.de)



**Zitiervorschlag:** Woitkowski, D. & Breitkopf, S. (2019). Fähigkeitsselbstkonzept und Lernerfolg im ersten Fachsemester Physik. *die hochschullehre*, Jahrgang 5/2019, online unter: [www.hochschullehre.org](http://www.hochschullehre.org)