

## **Bedeutung fachspezifischen Vorwissens für Physik-Nebenfachstudierende**

### **Motivation**

Nach einem zeitweisen Rückgang der Studienabbruchquoten an Hochschulen in Deutschland im Bereich der Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften zeigt sich erneut eine steigende Tendenz (Heublein et al., 2020). In Bachelorstudiengängen an Universitäten liegen die Abbruchquoten bei bis zu 41% für den Absolventenjahrgang 2016 (Heublein & Schmelzer, 2018). Die Exmatrikulationsgründe sind unterschiedlicher Natur, wobei inhaltliche Anforderungen als dominantes Motiv für den Studienabbruch genannt werden (Albrecht, 2011). Im Konsens dazu belegen aktuelle Forschungsergebnisse, dass besonders mathematische aber auch physikspezifische (Vor-)Kenntnisse erheblichen Einfluss auf den Studienerfolg bei Studierenden mit dem Fach Physik haben können (Buschhüter et al., 2016; Sorge et al., 2016). Dabei konzentrieren sich die Erhebungen hauptsächlich auf die Untersuchung und die daraus resultierende Förderung mathematikbezogener Vorkenntnisse (Krey, 2012; Müller et al., 2018). Physikspezifische Vorkenntnisse sind nur selten Forschungsgegenstand (Buschhüter et al. 2017). In jüngsten Forschungsarbeiten wird, um die Komplexität des physikalischen Vorwissens ausreichend abzubilden, eine Segmentierung in verschiedene Vorwissensbereiche nach Hailikari (2007) vorgenommen. Für Physikstudierende zeigt sich dabei, dass auch das physikalische Vorwissen, oder genauer genommen das Wissen über physikalische Konzepte (*knowledge of concepts*) und die Anwendung des Wissens im Zusammenhang mit Aufgaben (*application of knowledge*), als valide Prädiktoren für den Studienerfolg in Physik gelten können (Binder et al., 2019; Binder et al., 2019). Auch in natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen wird bei Erhebungen zum Studienerfolg vorwiegend der Einfluss des mathematischen Vorwissens oder des Vorwissens im Hauptfach untersucht (bspw. Sorge, Neumann & Petersen, 2016). Für Physik-Nebenfachstudierenden ist als Prädiktor für den Studienerfolg bisher nur das mathematische Vorwissen bekannt und erforscht (bspw. Müller et al., 2016). Eine genauere Betrachtung dieser Studierendengruppe mit dem Nebenfach Physik erscheint daher im Hinblick auf zwei Aspekte sinnvoll. Zum einen müssen gerade in Physik-Nebenfachveranstaltungen häufig hohe Misserfolgsquoten verzeichnet werden. Zum anderen sind Studierende in Physik-Nebenfachveranstaltungen besonders heterogen in ihrer voruniversitären Bildung. Eine geplante Untersuchung soll daher perspektivisch mehr Aufschluss darüber geben, welche Bedeutung physikalisches Vorwissen in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen für eine erfolgreiche Teilnahme an Physik-Nebenfachveranstaltungen hat.

### **Forschungsziele**

Mit dieser Perspektive, der Messung des Einflusses physikspezifischer Vorkenntnisse auf den Erfolg in Physik-Nebenfachveranstaltungen, muss in einem ersten Schritt zunächst ein geeignetes Messinstrument entwickelt werden, um dann das Vorwissen der Nebenfachstudierenden in diesen Physik-Lehrveranstaltungen valide erheben zu können. Daher ergeben sich für ein aktuelles Projekt die Forschungsziele:

- *Entwicklung eines validen Messinstruments für das physikalische Vorwissen in verschiedenen Wissensbereichen und Inhaltsfeldern von Studierenden mit Physik als Nebenfach*
- *Beschreibung und Vergleich des physikalischen Vorwissens in verschiedenen Wissensbereichen und Inhaltsfeldern von Studierenden mit Physik-Nebenfachveranstaltungen*

Dabei sind mit „Physik-Nebenfachveranstaltungen“ im Folgenden konkret solche Lehrveranstaltungen an Hochschulen gemeint, die von Dozierenden des Fachbereichs Physik gehalten werden und Studierende in natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen adressieren.

### **Entwicklung des Messinstruments**

Das physikalische Vorwissen wird auf theoretischer Grundlage nach Hailikari (2007) gemessen. In diesem Strukturmodell wird Vorwissen in vier Wissensbereiche aufgeteilt, deren kognitiver Anspruchsgrad sich vom ersten zum letzten Bereich aufbaut. Die Aufteilung in die Wissensbereiche erfolgt in: Faktenwissen (*knowledge of facts*), Konzeptwissen (*knowledge of meaning*), vernetztes Wissen (*integration of knowledge*) und Anwendungswissen (*application of knowledge*). Bei der Entwicklung des Messinstruments wird sich grundsätzlich an dem Vorwissenstest für Physikstudierende von Binder et al. (2019) orientiert. Die bisherigen Forschungsergebnisse zeigen, dass das physikspezifische Konzept- und Anwendungswissen von Physikstudierenden valide Prädiktoren für ihren Studienerfolg sind. Bei der Entwicklung des Messinstruments für Nebenfachstudierende werden daher diese beiden Vorwissensbereiche und das Faktenwissen mit einbezogen. Letzteres soll in dieser Stichprobe ergänzend erhoben werden, da der Test ein großes Spektrum an Aufgabenschwierigkeiten insbesondere im unteren und mittleren Anforderungsniveau abdecken soll und das Faktenwissen entsprechend dem Modell hier anzusiedeln ist. Ein Grund dafür ist, dass bei der Zielgruppe der Physik-Nebenfachstudierenden eine große Heterogenität im physikalischen Vorwissen und im Mittel geringere Kenntnisse als bei Physik-Hauptfachstudierenden zu erwarten sind. Des Weiteren sollen sich im Test die, im Vergleich zu Physik-Hauptfachveranstaltungen, niedrigeren Anforderungen in den Nebenfachveranstaltungen widerspiegeln.

Im Unterschied zu Binder et al. (2019) werden nicht nur die Inhaltsfelder Mechanik und Elektrizitätslehre abgedeckt, sondern auch das Inhaltsfeld Optik. Die Auswahl der Themen zu den Inhaltsfeldern ist an den prozentualen Anteilen der verschiedenen physikalischen Inhalte der Physik-Nebenfachveranstaltungen an der TU Darmstadt und geringfügig am Kerncurriculum Hessen (Hessisches Kultusministerium, 2016) orientiert. Bereits vorhandene Items zur Mechanik und Elektrizitätslehre in den Bereichen Konzeptwissen und Anwendungswissen werden aus dem physikalischen Vorwissenstest von Binder et al. (2019) vollständig bzw. leicht auf das Anforderungsniveau der Zielgruppe angepasst übernommen. Ein Teil der Items aus dem Bereich Faktenwissen setzt sich zusammen aus einer Auswahl passender Fragen aus Testinstrumenten des *ALSTER*-Projekts von Müller et al. (2017) und Riese et al. (2015). Zusätzlich werden in allen Vorwissensbereichen zum Inhaltsfeld Optik und zu ausgewählten Themen aus den Inhaltsfeldern Mechanik und Elektrizitätslehre, die durch bereits bestehende Items nicht abgedeckt werden können, selbsterstellte Items ergänzt. Die Bewertungsrichtlinien für die Items werden durch ein Kodiermanual festgelegt. Items zum Faktenwissen bestehen dabei aus Single-Choice Fragen, die dichotom bewertet werden. Das Konzeptwissen wird als offenes Frageformat polytom nach geeigneten Kernaspekten zu den

jeweiligen Konzepten bewertet. Bei den Items zum Anwendungswissen handelt es sich um Sortieraufgaben (Klappauf & Friege, 2016). Diese werden von den Studierenden durch die Sortierung von Physikaufgaben nach Lösungsansätzen gelöst. Die Bewertung erfolgt durch den Vergleich mit einer Musterlösung, welche durch die Sortierung der Aufgaben von Expert:innen validiert wurde. Insgesamt wird die Validität des Testinstruments in zwei Pilotierungsschleifen überprüft.

### **Studiendesign**

Das physikalische Vorwissen wird als Querschnittsstudie in allen angebotenen Physik-Nebenfachveranstaltungen der TU Darmstadt einmalig in den ersten beiden Vorlesungswochen über den entwickelten Vorwissenstest erhoben. Zur Stichprobe gehören die Veranstaltungen Physik für Chemiestudierende, Biologiestudierende, Maschinenbaustudierende, Elektrotechnikstudierende und Umwelt- und Bauingenieurwesen. Ein kleinerer Teil der Stichprobe setzt sich zusammen aus Studierenden des gymnasialen und beruflichen Lehramts sowie der Medizintechnik, der angewandten Mechanik, der Geowissenschaften, der Materialwissenschaften und des Biomolecular Engineering, die ebenfalls die Lehrveranstaltungen besuchen. Auf Grund der unterschiedlichen Angebotszeiträume der Veranstaltungen im Winter- bzw. Sommersemester wird für die Erhebung eines vollständigen Datensatzes insgesamt ein Jahr benötigt. Es wird erwartet, dass pro Veranstaltungszyklus insgesamt ca. 1000 Studierende an den Veranstaltungen teilnehmen. Die beiden Pilotierungsschleifen des Vorwissenstests finden im Zeitraum des Wintersemesters 2021/2022 bzw. des Sommersemesters 2022 statt. Nach der Überarbeitung des Messinstruments findet die Hauptstudie im Wintersemester 2022/2023 und im Sommersemester 2023 statt.

Eingesetzt wird der Vorwissenstest rein digital im Rahmen der ersten Hausübungen, die begleitend zu den Vorlesungen angeboten werden. Der Arbeitsaufwand für die Studierenden beträgt maximal 60 Minuten. Durch die Teilnahme an dem Test erhalten die Studierenden Übungspunkte für einen Klausurbonus am Ende des Semesters. Die Ergebnisse des Tests werden allerdings personenunabhängig ausgewertet, so dass diese keinen Einfluss auf die Bewertung der Leistung von Studierenden in den Lehrveranstaltungen haben.

Das Vorwissen der Studierenden wird auf Grundlage der Item-Response-Theory eingestuft (Moosbrugger & Kelava, 2020). Anhand der Daten aus dem Vorwissenstests wird auf das physikalische Vorwissen und die damit zusammenhängende Lösungswahrscheinlichkeit für die einzelnen Test-Items rückgeschlossen.

### **Ausblick**

Aus der Auswertung sollen sich Informationen zu den Eingangsvoraussetzungen der Studierenden aufzeigen um diese studiengangspezifisch zu charakterisieren. Für Dozierende kann dies die Möglichkeit bieten, die Anforderungen in den Lehrveranstaltungen auf das vorhandene Wissen der Studierenden anzugleichen und bestimmte Inhalte zu akzentuieren. Außerdem können aus den Ergebnissen wichtige Erkenntnisse für weitere Unterstützungsmaßnahmen von Studierenden in Physik-Nebenfachveranstaltungen generiert werden. Diese können dabei helfen den Lernprozess, das Veranstaltungsdesign oder die Wissensvermittlung zu verbessern.

Anschließend an die bestehende Forschung von Binder et al. (2020) bezüglich physikspezifischer Vorwissensbereiche als Prädiktoren für den (Studien-)Erfolg, soll überprüft werden, ob die Ergebnisse auch in Physik-Nebenfachveranstaltungen bestätigt werden können.

## Literatur

- Albrecht, A. (2011): Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik. Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik
- Binder, T., Sandmann, A., Sures, B., Friege, G., Theyssen, H. & Schmiemann, P. (2019): Assessing prior knowledge types as predictors of academic achievement in the introductory phase of biology and physics study programmes using logistic regression. *International Journal of STEM Education*, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0189-9>
- Binder, T., Schmiemann, P. & Theyssen, H. (2019): Knowledge Acquisition of Biology and Physics University Students – the Role of Prior Knowledge. *Education sciences* 2019, 9, 281, doi:10.3390/educsci9040281
- Buschhüter, D., Spoden, C. & Borowski, A. (2016): Prognose von Studienerfolg zu Beginn des Physikstudiums. In: Maurer, C. (Hrsg.) (2016): Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung Berlin 2015, 83-85
- Buschhüter, D., Spoden, C. & Borowski, A. (2017): Studienerfolg im Physikstudium: Inkrementelle Validität physikalischen Fachwissens und physikalischer Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 23, 127-141(2017), doi: 10.1007/s40573-017-0062-7
- Hailikari, T., Nevgi, A. & Lindblom-Ylänne, S. (2007): Exploring alternative ways of assessing prior knowledge, its components and their relation to student achievement: a mathematics based case study. *Studies in Educational Evaluation* 33 (2007), veröffentlicht von Elsevier Ltd., 320-337
- Heublein, U., Richter, J. & Schmelzer, R. (2020): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland. DZWH Brief 03/2020, Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZWH)
- Heublein, U. & Schmelzer, R. (2018): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen: Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016. DZWH-Projektbericht, Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZWH)
- Klappauf, I. & Friege, G. (2016): „Denken Sie wirklich ich könnte logisch denken?“ – wie Lernende mathematische und physikalische Darstellungsformen sortieren. In: *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Hannover 2016*
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (Hrsg.) (2020): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin
- Müller, J., Dammann, E., Fischer, H. E., Lang, M., Borowski, A., Lorke, A. & Menkenhagen, J. (2016): Physikalisch-mathematische Modellierung in der Physik und im Bauingenieurwesen als Prädiktor für Studienerfolg. In: Maurer, C. (Hrsg.) (2016): Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung Berlin 2015, 389-391
- Müller, J., Fischer, H. E., Borowski, A. & Lorke, A. (2017): Physikalisch-Mathematische Modellierung und Studienerfolg. In: Maurer, C. (Hrsg.): Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung Regensburg 2016, 75-78
- Müller, J., Stender, A., Fleischer, J., Borowski, A., Dammann, E., Lang, M. & Fischer, H.E. (2018): Mathematisches Wissen von Studienanfängern und Studienerfolg. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 24, 183-199 (2018), <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0082-y>
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gramzow, Y., Reinhold, P., Schecker, H. & Tomczyszyn, E. (2015): Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. Kompetenzen von Studierenden: 61. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, (61), 55-79
- Sorge, S., Neumann, K. & Petersen, S. (2016): Die Bedeutung kognitiver Voraussetzungen für den Studienerfolg. In: Maurer, C. (Hrsg.): Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung Berlin 2015, 524-526