David Buschhüter[1]
Christian Spoden[2]
Andreas Borowski[1]

[1]Universität Potsdam
[2]Friedrich-Schiller-Universität Jena

Prognose von Studienerfolg zu Beginn des Physikstudiums

Motivation

Entsprechend regelmäßig berechneter Abbruchquoten führt ein Großteil der Studierenden der Physik (bzw. Geowissenschaften) das Studium nicht zu Ende (Heublein, Richter, Schmelzer & Sommer, 2014). Solche Quoten sind allerdings um Parkstudierende zu bereinigen (Düchs & Matzdorf, 2014); Parkstudierende sind Studierende, die sich primär einschreiben, um von den Vorzügen des Studierendenstatus zu profitieren (z. B. Semesterticket) und demnach im Allgemeinen keinen Studienabschluss anstreben. Das von Studienabbrechern der Physik für den Abbruch am relevantesten bewertete Motiv sind hohe inhaltliche Anforderungen (Albrecht, 2011), was auf eine mangelnde Passung zwischen den Studienanforderungen und den Lernvoraussetzungen der Studierenden hindeutet. Die hohen mathematischen Anforderungen eines Physikstudiums spiegeln sich bereits in einem bundesweiten Angebot an Vor- und Brückenkursen zu mathematischen Inhalten wider. Für die Bedeutung physikbezogenen Vorwissens gibt es bisher weniger empirische Evidenz. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie soll analysiert werden, inwiefern physikbezogene Konstrukte neben dem mathematischen Vorwissen substantielle Varianz in den durchschnittlichen Studienleistungen am Ende des ersten Semesters eines Physikstudiums aufklären.

Theorie

Ersten Ergebnissen einer Interviewstudie mit Dozierenden zufolge existieren sowohl mathematik- als auch physikbezogene Anforderungen für eine erfolgreiche Aufnahme des Physikstudiums (Buschhüter & Borowski, 2014). Dabei werden z. B. Anforderungen zur Physik in den Inhaltsbereichen „Newtons Bewegungsgesetze“ und „Energie(erhaltung), Arbeit“ genannt. Im Rahmen der Mathematik werden zum Beispiel der Infinitesimalrechnung und der Vektorrechnung als Anforderungsbereiche Bedeutung zugeschrieben. Die hohe prognostische Validität der Mathematik für den Erfolg im Physikstudium konnte in einer Vielzahl von Studien belegt werden (z. B. Hazari, Tai & Sadler, 2007). Interessanterweise werden dem Vorwissen in der Physik sowie den in der Schule erworbenen physikbezogenen Kompetenzen weniger Bedeutung für die Bewältigung der Anforderungen eines Physikstudiums zugeschrieben (z. B. Agarwala, 2015). Eine frühere Untersuchung von Halloun und Hesthenes (1985) verdeutlichte jedoch, dass auch Physiktestleistungen in Bezug auf Kursnoten inkrementelle Validität gegenüber einem Mathematiktest besitzen.

Forschungsfrage

Entsprechend des oben skizzierten Forschungsdesiderats wird in der vorliegenden Studie die Frage untersucht, inwieweit Tests zum Physik-Vorwissen und zur Physikkompetenz der Studierenden inkrementelle Validität (Schmitt, 2014) gegenüber einem Test zum Mathematik-Vorwissen aufweisen. Diese Forschungsfrage ist nicht zuletzt aus praktischer Perspektive relevant, da hier erste Evidenz zur möglichen Wirksamkeit von Physikvorkursen (zusätzlich zu Mathematikvorkursen) gewonnen werden kann.

Design

Stichprobe: In der vorliegenden Studie wurden zwei Substichproben von Voll-Fach-Studierenden der Physik einer Universität mit N = 133 (Stichprobe I) beziehungsweise mit N = 62 (Stichprobe II) untersucht.

Instrumente: Mathematik- und Physikvorwissen wurden jeweils mit Hilfe des bundesweiten Studieneingangstests von 1978 (Krause & Reiners-Logothetidou, 1981) erfasst. Ergänzend wurde die Physikkompetenz entsprechend der Sekundarstufe II mit Hilfe des Tests von Schoppmeier (2013) erfasst, welcher sich auf das Basiskonzept „Energie“ bezieht. Der Mathematiktest wurde dem 2PL-Modell der Item Response Theory (De Ayala, 2010) folgend skaliert und wies eine Reliabilität des *weighted likelihood estimators* (WLE) von .92 auf. Die Tests zum Physikwissen und zur Physikkompetenz wurden entsprechend dem Rasch-Modell skaliert und wiesen WLE-Reliabilitäten von .83 beziehungsweise .63 auf. Das (liberal gewählte) Skalierbarkeitskriterium war dabei jeweils ein *weighted mean square error* von maximal 1.30. Als Kriterium wurde die durchschnittliche Studiennote am Ende des ersten Studiensemesters gewählt.

Datenanalyse: Die inkrementelle Validität der beiden Physiktests wurde mit Hilfe von multiplen linearen Regressionsanalysen untersucht, bei denen zunächst das Mathematikwissen (WLE) als Prädiktor berücksichtigt wurde und anschließend der Effekt der zusätzlichen Aufnahme der jeweiligen Physiktests (ebenfalls jeweils WLEs) als Prädiktor bestimmt wurde. Die Modelle mit Physikwissen und Physikkompetenz wurden separat anhand der beiden oben beschriebenen Stichproben analysiert.

Erste Ergebnisse

Die Aufnahme des Physikwissens ergänzend zum Mathematikwissen erhöht in Stichprobe I (N = 133) die aufgeklärte Varianz in den Studiennoten von 47% auf 51%. Die Aufnahme der Physikkompetenz ergänzend zum Mathematikwissen erhöht in Stichprobe II (N = 62) die aufgeklärte Varianz in den Studiennoten von 52% auf 56%. In beiden Fällen ist das jeweilige Modell mit den Physiktests entsprechend der Informationskriterien (AIC, BIC) zu bevorzugen. Die Ergebnisse weisen somit auf eine substantielle, wenn auch nicht besonders starke inkrementelle Validität physikbezogener Konstrukte hin.

Diskussion

Auch wenn die inkrementelle Validität gering ist, verdeutlichen die hier vorgestellten Ergebnisse doch die Bedeutung physikbezogenen Vorwissens und physikbezogener Kompetenzen für die erfolgreiche Bewältigung des Beginns eines Physikstudiums. Da erwartet wird, dass je nach Standort physikalische Inhalte im Laufe des Physikstudiums gegenüber mathematischen Inhalten anteilmäßig eher zunehmen und somit auch stärker in die Durchschnittsnote als Kriterium der Analysen eingehen, sind zu späteren Zeitpunkten im Studium stärkere Zusammenhänge zwischen dem Physikvorwissen beziehungsweise der Physikkompetenz und den Durchschnittsnoten im Studium zu erwarten. Im Sinne einer Verallgemeinerung der Ergebnisse sei auf zwei denkbare Erweiterungen der Untersuchung hingewiesen. Eine solche Erweiterung könnte zum Beispiel ein Interventionsdesign darstellen, bei dem die Studienleistungen von Studierenden, die einen Physikvorkurs besucht haben, mit jenen von Studierenden ohne Vorkurs-Erfahrung experimentell kontrastiert werden. Dies würde auch kausale Aussagen zum Effekt grundlegenden Physikwissens beziehungsweise grundlegender Physikkompetenzen in Bezug auf den Studienerfolg im Fach Physik erlauben. Eine zweite Erweiterung könnte in der Übertragung der Untersuchung auf vergleichbare natur- und ingenieurwissenschaftliche Studienfächer mit ähnlichem oder auch abweichend hohem Mathematikanteil liegen (etwa Chemie, Biologie, Elektrotechnik etc.). Eine solche Erweiterung würde eine Einschätzung dazu ermöglichen, wie spezifisch die hier dargelegten Ergebnisse für das Studium der Physik sind.

Literatur

Agarwala, A. (2015, 3. Juni). Ganz schön verrechnet. DIE ZEIT, 23

Albrecht, A. (2011). Längsschnittstudie zur Identifikation von Risikofaktoren für einen erfolgreichen Studieneinstieg in das Fach Physik. Dissertation, Freie Universität Berlin. Zugriff am 25.09.2015 http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000035073

Buschhüter, D. & Borowski, A. (2014). Modellierung von Eingangsanforderungen für das Studienfach Physik. In S. Bernholt (Hrsg.), Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht (S. 540-542). Kiel: IPN

De Ayala, R.J. (2009). Theory and Practice of Item Response Theory. New York: Guilford

Düchs, G. & Matzdorf, R. (2014). Stabilisierung auf hohem Niveau. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2014. Physik Journal, 13 (8/9), 23–28

Hazari, Z., Tai, R. H. & Sadler, P. M. (2007). Gender differences in introductory university physics performance: The influence of high school physics preparation and affective factors. Science Education, 91 (6), 847–876

Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. American Journal of Physics, 53 (11), 1043-1048

Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R. & Sommer, D. (2014). Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2012. In: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZHW), Forum Hochschule 4/2014. Hannover: DZHW

Krause, F. & Reiners-Logothetidou, A. (1981). Kenntnisse und Fähigkeiten naturwissenschaftlich orientierter Studienanfänger in Physik und Mathematik: Die Ergebnisse des bundesweiten Studieneingangstests Physik 1978. Bonn: Universität Bonn

Schmitt, M. (2014). Validität, inkrementelle. In M. A. Wirtz (Hrsg.), Dorsch – Lexikon der Psychologie (17. Aufl., S. 1727). Bern: Verlag Hans Huber

Schoppmeier, F. (2013). Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen. Berlin: Logos