

Der Einfluss verschiedener Aspekte mathematischer Kenntnisse und Kompetenzen auf den Prüfungserfolg im ersten Semester

Studienabbruch ist ein verbreitetes Phänomen. Gerade in den Studiengängen mit hohen Mathematikanteilen sind empirischen Studien zufolge, vor allem im ersten Studienjahr, die Abbruchquoten im Vergleich zu anderen Studiengängen überdurchschnittlich hoch (Dieter 2012). Allgemein werden das Zusammenwirken verschiedener psychologischer sowie fachlicher Faktoren als Gründe für den Studienabbruch angeführt (Fellenberg & Hannover 2006). Bei Studiengängen mit hohen Mathematikanteilen scheinen die fachlichen Bedingungen jedoch eine besondere Hürde darzustellen, was zu den überdurchschnittlich hohen Abbruchquoten führt (u.a. Rach 2014).

1. Theorie & Grundlagen

Im Übergang von der Schule zur Hochschule verändern sich die mathematischen Anforderungen, die an die Lernenden gestellt werden. In der Schule erfolgt Wissens- und Kompetenzvermittlung in der Regel verstehensbasiert und didaktisiert, wobei oftmals eine induktive Denkweise leitend ist. Aufgaben und Probleme haben häufig einen Anwendungsbezug (u.a. Rach 2014). In der Hochschule stellt das eigenständige Nachbereiten von Vorlesungsinhalte im Selbststudium oftmals den Kern mathematischer universitärer Lehre dar (u.a. Rach 2014). Zudem orientiert sich der Aufbau einer Vorlesung an der Struktur der wissenschaftlichen Mathematik und der hier verwendete Formalismus sowie die deduktive Denkweise sind den Studienanfängerinnen und -anfängern oftmals fremd (u.a. Rach 2014).

Neben der Fähigkeit zur Überwindung solcher Umbrüche müssen Studienanfängerinnen und -anfänger insbesondere über grundlegende, mathematische Kenntnisse und Kompetenzen (z. B. Anwendungen elementarer Rechenverfahren, mathematisches Kommunizieren und Argumentieren) verfügen, auf die im Studium aufgebaut werden kann (z. B. Feldt-Caesar 2017, Rach 2014). Dieses mathematische Vorwissen stellt einen wesentlichen Prädiktor für den Erfolg im Studienverlauf dar (Rach 2014). Ohne solches Vorwissen sind Verknüpfungen mit den Hochschulinhalten kaum möglich.

Um die Schwierigkeiten im Übergang besser verstehen zu können, ist es wesentlich zu wissen, welche Kenntnisse und Kompetenzen Studienanfängerinnen und -anfänger benötigen, um die Herausforderungen am Anfang bewältigen zu können (z. B. die Bedeutung der Fachsprache, des mathematischen Formalismus, von Argumentations- und Beweiskompetenzen, etc.

(Roth, Bauer, Koch & Prediger 2015)). In der vorliegenden Untersuchung soll die Ausprägung der vielfältigen Aspekte des Vorwissens von Studienanfängerinnen und -anfängern bestimmt und die Bedeutung für den Studienverlauf untersucht werden. Dazu wurden theoriebasiert vier Bereiche mathematischer Kenntnisse und Kompetenzen formuliert und evaluiert, welche eine differenzierte, inhaltsübergreifende Analyse der Eingangskennnisse und -kompetenzen der Studierenden ermöglichen (vgl. Reiners, Gasteiger & Salle 2018):

- Begrifflicher Aspekt: Ausbildung und Zusammenhang mathematischer Begriffe
- Vorstellungsaspekt: Individuelle, mentale Konzepte und Verständnis von mathematischen Objekten und Operationen
- Darstellungs-, sprachlicher und argumentativer Aspekt: Verwendung von Fachsprache und Argumentieren
- Technischer Aspekt: Durchführung und Prüfung der Voraussetzungen von Rechenverfahren

2. Forschungsinteresse & Studiendesign

Vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen sollen in diesem Beitrag zwei Fragen beantwortet werden:

- Lassen sich Aspekte identifizieren, die den Erfolg in Studiengängen mit mathematischen Anteilen beeinflussen?
- Existieren Kenntnis- und Kompetenzbereiche, die für eine erfolgreiche Bewältigung der Studienanforderungen besonders wesentlich sind?

Im Rahmen einer größeren Längsschnittstudie über das erste Studienjahr werden diese Fragen für Anfängerinnen und Anfängern der Lehrveranstaltung *Mathematik für Anwendungswissenschaften* (u.a. Informatik, Physik, Cognitive Science) betrachtet (Reiners et al. 2018).

An der ersten Erhebung (MZP1) nahmen 320 Studierende (insgesamt 583) der Anwendungswissenschaften teil. Die Erhebung erfolgte zu Beginn des Wintersemesters 2017/18 durch den Einsatz eines paper-and-pencil-Testes, in dem u. a. die mathematischen Kenntnisse und Kompetenzen entsprechend der vier o. g. Aspekte erfasst wurden. Die Items wurden dichotom ausgewertet. An der zweiten Erhebung (MZP2) Ende des Wintersemesters 2017/18 nahmen 147 Studierende (insgesamt 386) teil. Erhoben wurde der Klausurerfolg. Insgesamt liegen für 114 Studierende der Anwendungswissenschaften Daten zu MZP1 und 2 vor.

3. Deskriptive Ergebnisse

Es zeigte sich, dass die Items raschskalierbar sind ($.8 < \text{infit/outfit} < 1.2$). Dabei wurden drei begriffliche Items, ein Vorstellungsitem sowie ein Item aus dem Bereich Darstellung, Sprache und Argumentation von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Im Anschluss wurde die Passung des vierdimensionalen Modells (vier Aspekte, s. o.) durch eine konfirmatorische Faktorenanalyse überprüft ($p < .001$, $CFI = .904$, $RMSEA = .04$ [.038; .049, $p = .05$], $SRMR = .042$), welche einen Hinweis darauf gibt, dass das theoretische Modell für die weitere Untersuchung verwendet werden kann.

Zu Beginn des Studiums weisen die Anfängerinnen und Anfänger der Anwendungswissenschaften in allen vier Bereichen ähnliche Lösungshäufigkeiten auf ($M_{\text{Darstellung}} = .63$ ($SD = .23$); $M_{\text{begrifflich}} = .44$ ($SD = .20$); $M_{\text{Vorstellung}} = .44$ ($SD = .21$); $M_{\text{technisch}} = .43$ ($SD = .26$)). Lediglich beim *Darstellungsaspekt* sind die Lösungshäufigkeiten überdurchschnittlich. Mit einer multiplen linearen Regression zeigte sich, dass sich der verwendete Eingangstest als Prädiktor für den Modulerfolg (erreichte Punkte in der Modulklausur) am Semesterende eignet ($R^2 = .38$, $F(4,109) = 16,75$, $p < .001$).

Alle Aspekte konnten als hoch signifikante Prädiktoren für den Modulerfolg nachgewiesen werden. Es zeigt sich, dass die Lösungshäufigkeiten sowohl im Darstellungsaspekt als auch im technischen Aspekt im Gegensatz zum begrifflichen und zum Vorstellungsaspekt einen signifikanten Anteil der Varianz beim Modulerfolg aufklärt ($\beta_{\text{technisch}} = .44$; $\beta_{\text{Darstellung}} = .2$, $p < .05$).

Ein t-Test für unabhängige Stichproben zeigte zudem, dass sich die Eingangskennnisse und -kompetenzen der Studierenden (MZP1), die am Ende des ersten Semesters zur Klausur antreten, signifikant von denjenigen unterscheiden, für die keine Längsschnittdaten vorliegen ($t_{\text{Darstellung}}(319) = -3.11$, $p = .002$; $t_{\text{begrifflich}}(319) = -1.654$, $p = .099$; $t_{\text{Vorstellung}}(319) = -2.66$, $p = .008$; $t_{\text{technisch}}(319) = -4.995$, $p < .001$).

	Studierende mit Daten für MZP2		Studierende ohne Daten für MZP2	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Begrifflicher Aspekt	.46	.2	.42	.2
Vorstellungsaspekt	.48	.2	.42	.21
Darstellungs-, sprachlicher & argumentativer Aspekt	.68	.21	.6	.24
Technischer Aspekt	.52	.27	.38	.24

Tabelle 1: Vergleich der Lösungshäufigkeiten zwischen Studierenden mit und ohne Daten für MZP2.

4. Diskussion & Ausblick

Bei den Studierenden der Anwendungswissenschaften erwies sich der Eingangstest zum Vorwissen als Prädiktor für den Modulerfolg. Es konnte gezeigt werden, dass vor allem der technische sowie der Darstellungs-, sprachliche und argumentative Aspekt wesentlich für das Bestehen der Modulklausur sind. Außerdem zeigte sich ein signifikanter Unterschied bezüglich der Eingangskennnisse und -kompetenzen zwischen der Studierendengruppe, für die Längsschnittdaten vorliegen, und derjenigen, für die keine Längsschnittdaten vorliegen. Mögliche Ursachen für die fehlenden Längsschnittdaten wären, dass diese Studierenden pausieren, ihr Studium abgebrochen oder das Studienfach gewechselt haben. Da die Gruppe ohne Längsschnittdaten vor allem über geringe Kenntnisse und Kompetenzen beim Darstellungs-, sprachlichen und argumentativen Aspekt sowie beim technischen Aspekt verfügen, könnte die Vermutung stützen, dass diese Aspekte besonders bedeutsam für das Erreichen sowie für das Bestehen der Modulklausur sind.

Ob sich die Relevanz des technischen Aspektes sowie des Darstellungs-, sprachlichen und argumentativen Aspektes im weiteren Studienverlauf bestätigt, kann sich durch eine Analyse der Klausuraufgaben (MZP2) und die Berücksichtigung des weiteren Studienverlaufs der Probandinnen und Probanden in den Anwendungswissenschaften zeigen. Zudem liegen Daten vor, die eine Ausweitung der Analysen auf weitere Studiengänge ermöglichen. Durch den Einbezug psychologisch-motivationaler Faktoren ist ggf. eine weitere Varianzaufklärung bei der Vorhersage des Modulerfolgs möglich.

Literatur

- Dieter, M. (2012): Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik. Quantitative Bezifferung und empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren.
- Feldt-Caesar, N. (2017): Konzeptualisierung und Diagnose von mathematischem Grundwissen und Grundkönnen. Eine theoretische Betrachtung und exemplarische Konkretisierung am Ende der Sekundarstufe 2, Springer-Spektrum-Verlag.
- Fellenberg, F.; Hannover, B. (2006): Kaum begonnen, schon zerronnen? Psychologische Ursachenfaktoren für die Neigung von Studienanfängern, das Studium abzubrechen oder das Fach zu wechseln, *Empirische Pädagogik* 20 (4), S. 381-399.
- Rach, S. (2014): *Charakteristika von Lehr-Lern-Prozessen im Mathematikstudium*. Bedingungsfaktoren für den Studienerfolg im ersten Semester, Waxmann Verlag.
- Roth, J.; Bauer, T.; Koch, H.; Prediger, S. (Hg) (2015): *Übergänge konstruktiv gestalten. Ansätze für eine zielgruppenspezifische Hochschuldidaktik Mathematik*, Springer-Spektrum-Verlag.
- Reiners S., Gasteiger H. & Salle A. (2018). Mathematische Kenntnisse und Kompetenzen von Studienanfängerinnen und -anfängern mathematikaffiner Studiengänge. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.) *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*, S. 1471 - 1474. Münster: WTM-Verlag.