Stefanie RACH, Paderborn & Stefan UFER, München

Welches Wissen brauchen Mathematikstudierende für einen erfolgreichen Studieneinstieg? Eine Reanalyse von Daten aus mehreren Studieneingangsbefragungen

Fachspezifisches Vorwissen wird als wichtige Lernvoraussetzung angesehen und hat sich in empirischen Studien als Prädiktor für Lernerfolg herausgestellt. Im Bereich von mathematischen Lernprozessen im Studium ist jedoch offen, *welches* Vorwissen ausschlaggebend für den Studienerfolg ist. Im Beitrag wird dieser Frage anhand einer Reanalyse von Daten zur Studieneingangsphase nachgegangen.

Hintergrund

Basierend auf einer kognitiv-konstruktiven Lernauffassung wird die große Bedeutung des Vorwissens für den Erwerb mathematischer Fähigkeiten und Fertigkeiten darauf zurückgeführt, dass neues Wissen mit Hilfe von Vorerfahrungen individuell konstruiert und dann in bestehende Wissensstrukturen integriert wird. Neben dieser direkten Wirkweise auf den Lernerfolg wird auch vermutet, dass ein höheres Vorwissen eher zur Verwendung von tiefergehenden Lernstrategien führt, was wiederum in einen höheren Lernzuwachs mündet (Schiefele, Streblow, Ermgassen & Moschner, 2003).

Für die Studieneingangsphase im Fach Mathematik ist gut belegt, dass sich besseres mathematisches Vorwissens mit höherem kognitiven Studienerfolg einhergeht (Hailikari, Nevgi & Lindblom-Ylänne, 2007; Rach & Heinze, 2017). Unklar ist aber bisher, welche Art bzw. Qualität von Vorwissen wichtig ist, denn die verwendeten Testinstrumente erlauben meist keine kriteriale Interpretation von Testwerten. Ausnahme ist beispielsweise die Studie von Hailikari und Kollegen (2007), die zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen unterschieden haben. In ihrer Studie zeigt vor allem das prozedurale Vorwissen einen Einfluss auf den Studienerfolg im ersten Semester im Fach Mathematik.

Um die Frage zu beantworten, welches Vorwissen für die erfolgreiche Bewältigung mathematischer Lernprozesse wichtig ist, ist es notwendig, die Charakteristika der Lernprozesse zu beschreiben. Die Studieneingangsphase im Fach Mathematik bzw. in einem gymnasialen Lehramtsstudium ist insbesondere durch den Lerngegenstand Mathematik als wissenschaftliche Disziplin geprägt, der sich vom Lerngegenstand Mathematik in der Schule unterscheidet. Die Mathematik als wissenschaftliche Disziplin basiert auf formalen Begriffsdefinition und deduktiven Beweisen (Gueudet, 2008). Bei-

In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.)
Beiträge zum Mathematikunterricht 2018. Münster: WTM-Verlag

spielsweise werden mathematische Konzepte auch ohne konkrete Repräsentanten dargestellt (Reichersdorfer, Ufer, Lindmeier & Reiss, 2014) und diese Darstellungen werden beispielsweise genutzt, um formale Beweise zu führen. In der Studieneingangsphase Mathematik kann deshalb angenommen werden, dass ein flexibler Wechsel zwischen unterschiedlichen externalen oder mentalen Repräsentationen eine wichtige Vorläuferfähigkeit darstellt (Gagatsis, Elia, Panaoura, Gravvani & Spyrou, 2006). Im Hochschulkontext muss dieser flexible Wechsel auch zu formal-symbolischen Repräsentationen durchgeführt werden. Auch scheinen Vorerfahrungen und damit aufgebautes Wissen im Bereich des Argumentierens/Beweisens wichtig zu sein, z. B. das Verständnis von (formalen) Argumentationen oder das Konstruieren von Beweisen (vgl. Epp, 2003; Sommerhoff, 2017), um erfolgreich in ein Mathematikstudium zu starten.

Fragestellungen

- Lassen sich in den bisher in Studien verwendeten Vorwissenstests Niveaus von Vorwissen modellhaft differenzieren?
- Welches Niveau fachspezifischen Vorwissens erreichen (im ersten Studiensemester) erfolgreiche Studierende im Vergleich zu nicht erfolgreichen Studierenden?

Methodisches Vorgehen

Bei dieser Studie handelt es sich um eine Reanalyse von Daten aus fünf verschiedenen Studierendenbefragungen in den Jahren 2010 bis 2015 (vgl. Rach & Heinze, 2017; Ufer, 2015). Insgesamt wurden über 1500 Studierende (Bachelor Fachmathematik, Wirtschaftsmathematik, gymnasiales Lehramt) im ersten Semester befragt. Die Studierenden bearbeiten zu Studienbeginn einen Test mit 8 bis 10 Items aus einem Pool von 17 Items. Dieser umfasste sowohl multiple-choice als auch offene Items zu den Gebieten Algebra und Analysis. Die Itembearbeitungen wurden dichotom kodiert. Zusätzlich ist von über 700 Studierenden der Erfolg im Modul zur Analysis 1 bekannt. Die Verankerung der Items erfolgte mittels IRT-Skalierung.

Ergebnisse

In den verwendeten Tests ließen sich auf der Basis von IRT-Modellierungen vier Stufen von mathematischen Anforderungen identifizieren:

1. Ausführen von Routineverfahren sowie Nachvollziehen und Bewerten nicht-formaler Aussagen
2. Nutzen vertrauter Vorstellungen zu mathematischen Konzepten ohne Darstellungswechsel

3. Flexibles Nutzen mathematischer Konzepte mit Darstellungswechsel im Rahmen der Schulmathematik
4. Flexibles Nutzen formaler Schreibweisen sowie Führen mathematischer Beweise

Lediglich Anforderungen auf der letzten Stufe gehen teilweise über die curricularen Anforderungen im schulischen Mathematikunterricht hinaus.

Deskriptive Analysen und eine logistischen Regression mit abhängiger Variable „Modulerfolg im ersten Semester Analysis“ zeigen, dass bereits Studierende, die sich auf Stufe 3 oder höher befinden, hohe Chancen haben, das Modul erfolgreich zu absolvieren. Da sich Stufe 3 durch den flexiblen Wechsel zwischen Darstellungsformen auszeichnet, scheint dieses eine wichtige Vorläuferfähigkeit zu sein, um Erfolg im ersten Semester zu haben. Besonders auf Stufe 1 und im Bereich von Stufe 4 variiert die Wahrscheinlichkeit für einen erfolgreichen Modulabschluss kaum.

Diskussion

Erwartungsgemäß zeigt sich, dass das mathematische Vorwissen ein wichtiger Prädiktor für den Studienerfolg im ersten Semester eines Mathematikstudiums ist. Darüber hinaus gibt die Studie einen Einblick, welche Art des Vorwissens für den Studienerfolg wichtig ist. Insbesondere Wissen, das flexibles Nutzen mathematischer Konzepte in verschiedenen Darstellungen erlaubt, scheint ausschlaggebend zu sein, um das Erstsemestermodul zur Analyis erfolgreich zu absolvieren.

Zusammenfassend untermauert die Studie die Bedeutung schulischen mathematischen Vorwissens trotz unterschiedlicher Foki des Lerngegenstandes Mathematik in der Schule und Hochschule. Somit wird dem Appell Nachdruck verliehen, das Vorwissen der Studierenden in Lehrveranstaltungen einzubeziehen und die Lerninhalte an dieses anzubinden. Durch ein differenziertes Self-Assessment mit Hilfe dieses Instrumentes vor Studienbeginn könnte ein Beratungsinstrument für ausgleichende Fördermaßnahmen (z. B. Brückenkurse) etabliert werden.

Literatur

Epp, S. S. (2003). The Role of Logic in Teaching Proof. *The American Mathematical Monthly, 110*(10), 886–899.

Gagatsis, A., Elia, I., Panaoura, A., Gravvani, K. & Spyrou, P. (2006). An empirical four-dimension model for the understanding of function. In J. Novotná (Hrsg.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (S. 137–144). Prague: PME.

Gueudet, G. (2008). Investigating the secondary-tertiary transition. *Educational Studies in Mathematics, 67*(3), 237–254.

Hailikari, T., Nevgi, A. & Lindblom-Ylänne (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*, 320–337.

Rach, S. & Heinze, A. (2017). The Transition from School to University in Mathematics: Which Influence Do School-Related Variables Have? *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(7), 1343–1363.

Reichersdorfer, E., Ufer, S., Lindmeier, A. & Reiss, K. (2014). Der Übergang von der Schule zur Universität: Theoretische Fundierung und praktische Umsetzung einer Unterstützungsmaßnahme am Beginn des Mathematikstudiums. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse – Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 37-53). Wiesbaden: Springer-Spektrum.

Schiefele, U., Streblow, L., Ermgassen, U. & Moschner, B. (2003). Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingungen der Studienleistung. Ergebnisse einer Längsschnittstuide. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 17*(3/4), 185–198.

Sommerhoff, D. (2017). *The Individual Cognitive Resources underlying Students' Mathematical Argumentation and Proof Skills* [Dissertation]. LMU München, Germany.

Ufer, S. (2015). The role of study motives and learning activities for success in first semester mathematics studies. In K. Beswick, T. Muir & J. Wells (Hrsg.), *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, S. 265–272). Hobart, Australia: PME.