

Aiso HEINZE, Irene NEUMANN, Kiel, Stefan UFER, München,  
Stefanie RACH, Magdeburg, Andreas BOROWSKI,  
David BUSCHHÜTER, Potsdam, Gilbert GREEFRATH, Münster,  
Stefan HALVERSCHEID, Göttingen, Ronja KÜRTEEN, Münster,  
Kolja PUSTELNIK, Göttingen & Daniel SOMMERHOFF, München

## **Mathematische Kenntnisse in der Studieneingangsphase – Was messen unsere Tests?**

Das Vorwissen von Studienanfängerinnen und Studienanfängern gilt als zentraler Faktor für einen erfolgreichen Übergang von der Schule in die Hochschule (z. B. Rach & Heinze, 2017). Entsprechend wurden in Deutschland in den letzten Jahren verschiedene Tests eingesetzt, um dieses Vorwissen zu erfassen. Die Tests wurden in der Regel für bestimmte Studiengänge und Hochschularten vor dem Hintergrund unterschiedlicher Motivationen bzw. theoretischer Annahmen entwickelt. Dennoch zeigt eine erste Sichtung viele inhaltliche Ähnlichkeiten. Wesentlich ist dabei die Frage nach der inhaltlichen Validität und der Vergleichbarkeit der Tests. Insbesondere stellt sich die Frage, ob die vorhandenen Tests „blinde Flecken“ aufweisen und ggf. relevante mathematische Lernvoraussetzungen nicht abdecken. Vor diesem Hintergrund haben die Autorinnen und Autoren dieses Beitrags die von ihnen entwickelten bzw. eingesetzten Tests (s. Tabelle 1) systematisch analysiert und untersucht, (1) inwieweit die Tests das erfassen, was von Hochschullehrenden der Mathematik für MINT-Studiengänge zu Studienbeginn erwartet wird und (2) welches Komplexitätsniveau die Tests ansprechen.

### **MaLeMINT und KUM-Modell**

Um die Tests mit den Erwartungen der Hochschullehrenden abzugleichen, wurde der MaLeMINT-Katalog (Mathematische Lernvoraussetzungen im MINT-Studium; Neumann, Pigge & Heinze, 2017) genutzt. Der Katalog ist das Ergebnis einer Delphi-Studie mit knapp 1000 Hochschullehrenden aus ganz Deutschland, die in die Mathematikausbildung von Studienanfängerinnen und Studienanfängern in MINT-Studiengängen (v.a. Analysis, Lineare Algebra) an Universitäten und Fachhochschulen involviert waren und sind. Er umfasst 140 Lernvoraussetzungen aus den Bereichen *Mathematische Inhalte*, *Mathematische Arbeitstätigkeiten*, *Vorstellungen zum Wesen der Mathematik* und *Persönliche Merkmale* und kann als empirisch gestütztes Abbild der Erwartungen von Hochschullehrenden gelten.

Um das Komplexitätsniveau der Tests zu untersuchen, wurde das KUM-Modell (Knowledge for Undergraduate Mathematics; Rach & Ufer, 2018) zugrunde gelegt. Das Modell unterscheidet vier aufeinander aufbauende

Komplexitätsniveaus, die von Aufgaben angesprochen werden können: (1) *Faktenwissen und prozedurales Wissen*, (2) *Grundlegendes, konzeptuelles Wissen*, (3) *Flexibles, konzeptuelles Wissen*, (4) *Flexibles, konzeptuelles Wissen inklusive formaler Notation*. Das Modell wurde zwar ursprünglich für den Bereich Analysis entwickelt (KUM-A), die Beschreibungen der Niveaus ist jedoch allgemein gehalten, so dass sie auch auf andere mathematische Inhaltsbereiche angewendet werden können.

**Tab. 1:** Tests zu mathematischen Lernvoraussetzungen in der Studieneingangsphase

<i>Test</i>	<i>Zielstichprobe</i>	<i>Quelle</i>
Einstufungsübung zum Mathematischen Propädeutikum	Uni: Mathematik, Informatik, Physik	Halverscheid et al. (2014)
KoM@ING-Eingangstest Mathematik	Uni & FH: Ingenieurwissenschaften	Neumann et al. (2015)
KUM-A	Uni: Mathematik, Wirtschaftsmathematik	Rach & Heinze (2017), Rach & Ufer (2018), Ufer (2015)
Mathematiktest	Uni: Elektrotechnik, Informatik	Greefrath et al. (2017)
Mathematiktest Rechenbrücke	FH: Ingenieurwissenschaften	Kürten & Greefrath (2016)
SET78	Uni: Physik	Krause & Reiners-Logothetidou (1981), Buschhüter et al. (2016)
Test zum Studienbeginn	FH: Elektrotechnik, Informationstechnik	Greefrath & Hoever (2016)

### **Methodisches Vorgehen**

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden die Items der sieben Tests aus Tabelle 1 mit Blick auf den MaLeMINT-Katalog und das KUM-Modell kodiert. Jedem Item wurden die MaLeMINT-Lernvoraussetzungen, die durch das Item hauptsächlich angesprochen werden, und das maximale Komplexitätsniveau, das durch das Item abgedeckt wird, zugewiesen. Da nach der ersten Inaugenscheinahme klar war, dass die MaLeMINT-Bereiche *Vorstellungen zum Wesen der Mathematik* und *Persönliche Merkmale* (z. B. Interesse) nicht von den Tests angesprochen werden sollten, wurden diese Bereiche bei der Kodierung nicht berücksichtigt.

Jeder Test wurde von mindestens zwei erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern kodiert. Dabei zeigte sich eine hohe prozentuale Übereinstimmung (für die Kodierung nach MaLeMINT mehr als 88%, nach KUMA mehr als 83%). Die Kodierung der Items, bei denen keine Übereinstimmung vorlag, wurde in einem Konsensverfahren festgelegt.

## Ergebnisse

Nimmt man alle Tests zusammen, werden die MaLeMINT-Lernvoraussetzungen aus dem Bereich *Mathematische Inhalte* in weiten Teilen abgedeckt. Es fällt jedoch auf, dass die Schwerpunkte der Tests insbesondere auf grundlegenden Inhalten (z. B. Umgang mit (Bruch-)Termen) sowie der Analysis (z. B. Funktionen, Differenzieren und Integrieren) liegen. Inhalte aus der linearen Algebra und analytischen Geometrie, der Stochastik oder zur Aussagenlogik werden in den Tests nur vereinzelt oder gar nicht adressiert. Hinsichtlich des Bereichs *Mathematische Arbeitstätigkeiten* zeigt sich ein noch lückenhafteres Bild. Der überwiegende Teil der Items deckt grundlegende Tätigkeiten (z. B. schnelles und korrektes Ausführen von bekannten Verfahren; sicherer Umgang mit Standarddarstellungen) ab. Anspruchsvollere Tätigkeiten aus den Bereichen Modellieren, Argumentieren oder Problemlösen werden nur vereinzelt adressiert.

Der starke Fokus auf grundlegende Inhalte und Tätigkeiten spiegelt sich auch in der Kodierung der Komplexitätsniveaus nach dem KUM-Modell wider. Der überwiegende Teil der Items spricht Faktenwissen und prozedurales Wissen (Niveau 1) an. Für das Lösen einiger Items wird auch grundlegendes, konzeptuelles Wissen benötigt (Niveau 2), jedoch nur in Einzelfällen flexibles, konzeptuelles Wissen (Niveau 3) bzw. derartiges Wissen inklusive formaler Notation (Niveau 4).

## Diskussion und Ausblick

Insgesamt zeigen die vorliegenden Analysen der Tests eine starke Schwerpunktsetzung auf grundlegende Aspekte mathematischer Lernvoraussetzungen, die zumeist Inhalte der Sekundarstufe I bzw. ein geringes Komplexitätsniveau adressieren. Sicherlich werden damit notwendige Kenntnisse und Fertigkeiten für die spezifischen Studiengänge abgefragt, allerdings wird nur ein sehr eingeschränkter Teil der Erwartungen der Hochschullehrenden abgebildet. Die starke Fokussierung auf wenige Aspekte in den sieben Tests, die unabhängig voneinander für verschiedene Zielgruppen entwickelt wurden, wirft die Frage nach deren Validität auf. So könnte es sein, dass in dem noch sehr jungen Forschungsbereich zum Übergang Schule-Hochschule bisher eine eingeschränkte Perspektive auf wenige mathematische Begriffe und Routineverfahren eingenommen wurde. Entsprechend könnten die

vorliegenden Ergebnisse als Ausgangspunkt genutzt werden, um offene Felder für die zukünftige Beforschung der Studieneingangsphase abzuleiten. Beispielsweise wäre zu untersuchen, inwieweit Kompetenzen im Bereich des Modellierens, Argumentierens oder Problemlösens bzw. ein höheres Komplexitätsniveau in verschiedenen Inhaltsgebieten für den Studienerfolg in der MINT-Studieneingangsphase relevant sind.

## Literatur

- Buschhüter, D., Spoden, C. & Borowski, A. (2016). Mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten von Physikstudierenden zu Studienbeginn. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 61-75.
- Greefrath, G., Koepf, W. & Neugebauer, C. (2017). Is there a link between Preparatory Course Attendance and Academic Success? A Case Study of Degree Programmes in Electrical Engineering and Computer Science. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(1), 143-167.
- Greefrath, G. & Hoever, G. (2016). Was bewirken Mathematik-Vorkurse? Eine Untersuchung zum Studienerfolg nach Vorkursteilnahme an der FH Aachen. In A. Hoppenbrock et al. (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase* (S. 517-530). Heidelberg: Springer.
- Halverscheid, S., Pustelnik, K., Schneider, S. & Taake, A. (2014). Ein diagnostischer Ansatz zur Ermittlung von Wissenslücken zu Beginn mathematischer Vorkurse. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse* (S. 295-308). Springer.
- 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.
- Kürten, R. & Greefrath, G. (2016). The Rechenbrücke – A project in the introductory phase of studies. In K. Krainer & N. Vondrová (Hrsg.), *Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 9)* (S. 2166-2172). Prague: Charles University.
- Neumann, I., Pigge, C., & Heinze, A. (2017). *Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium?* Kiel: IPN.
- Neumann, I., Rösken-Winter, B., Lehmann, M., Duchhardt, C., Heinze, A. & Nickolaus, R. (2015). Measuring mathematical competences of engineering students at the beginning of their studies. *Peabody Journal of Education* 94(4), 465-476.
- 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.
- Rach, S. & Ufer, S. (2018). Welches Wissen brauchen Mathematikstudierende für einen erfolgreichen Studieneinstieg? Eine Reanalyse von Daten aus mehreren Studieneingangsbefragungen. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 1447-1450). Münster: WTM-Verlag.
- 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.