

Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge aus Sicht von Hochschullehrenden

Theoretischer Hintergrund und Fragestellung

In MINT-Studiengängen werden seit Jahren hohe Studienabbruch- und Studienfachwechselquoten verzeichnet (Heublein et al., 2014). Die Studierenden selbst verweisen als Ursache dafür vor allem auf Leistungsschwierigkeiten, insbesondere auf fehlende mathematische Vorkenntnisse (Heublein et al., 2010). Angesichts dieser Übergangsproblematik bieten nahezu alle Hochschulen in Deutschland (mathematische) Vor- bzw. Brückenkurse an (Biehler et al., 2013), deren inhaltliche Ausrichtung jedoch stark variiert. Generell ist von Hochschuleseite bisher keine Einigkeit erkennbar, welche Kompetenzdefizite vor Studienbeginn auszugleichen bzw. welche mathematischen Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge notwendig sind. Ziel der vorliegenden Studie ist daher die Beantwortung der Frage, welche mathematikbezogenen Lernvoraussetzungen für einen erfolgreichen Einstieg in MINT-Studiengänge aus Hochschulsicht erwartet werden.

Methode

Zur Beantwortung dieser Frage wurde über drei Runden eine Delphi-Studie (Webler et al., 1991; Häder, 2014) mit Hochschullehrenden durchgeführt. Ausgehend von einer Online-Recherche (Vorlesungsverzeichnisse, Modulhandbücher und Stundenpläne) wurden dazu als Studienteilnehmende $N = 2\,233$ Hochschullehrende ermittelt, die in den Jahren 2010 bis 2015 Mathematikvorlesungen für das erste Semester in MINT-Studiengängen angeboten haben bzw. für diese verantwortlich waren. Zunächst wurde eine explorative Befragungsrunde (Runde 0) durchgeführt, da die heterogene Forschungslage keine eindeutige literaturgestützte Operationalisierung der Fragestellung zuließ. So fokussieren vorliegende Arbeiten zu (fachbezogenen) Studienvoraussetzungen aus dem MINT-Bereich entweder auf personenbezogene Eigenschaften (z. B. Heldmann, 1984), mathematische Inhalte (z. B. Sutherland & Dewhurst, 1999) oder neben Inhalten auch auf mathematische Prozesse sowie Sichtweisen und Vorstellungen von der Mathematik (z. B. SEFI, 2013). In diese Befragungsrunde wurden $N_0 = 36$ Hochschullehrende einbezogen, die sowohl nahezu alle Bundesländer, alle Hochschularten und alle Studiengangrichtungen im MINT-Bereich abdecken als auch eine besondere Verantwortung für die Lehre bzw. langjährige Lehrerfahrung aufweisen. Angelehnt an Häder (2014) sollten hierbei differenziert und möglichst umfassend als notwendig angesehene Lernvoraussetzungen und implizit deren übergeordnete Kategorien erhoben werden. Diese wurden in den

weiteren zwei Befragungsrunden allen beteiligten Hochschullehrenden zu einer standardisierten Bewertung vorgelegt. In der explorativen Runde waren von den Hochschullehrenden drei erzählgenerierende offene Fragen zu beantworten, die erwartete Lernvoraussetzungen aus unterschiedlichen Perspektiven erfragten. Im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2003) wurden zunächst Sinnabschnitte in den Antworten der Expertinnen und Experten ermittelt. Die Sinnabschnitte wurden zu Kategorien von notwendigen mathematischen Lernvoraussetzungen zusammengefasst. Zu allen identifizierten Kategorien wurden Definitionen, Ankerbeispiele und Kodierregeln formuliert und die entsprechenden Sinnabschnitte zugeordnet. Die Interrater-Reliabilität der Kodierung wurde mittels Zweitkodierung von 10 % der Sinnabschnitte überprüft. Weiter wurden die Lernvoraussetzungen hierarchisiert und zu einem Katalog der mathematikbezogenen Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge zusammengestellt. Dabei wurden die von den Hochschullehrenden genannten Lernvoraussetzungen um solche ergänzt, die in Bildungsdokumenten (z. B. COSH, 2014) aufgeführt sind, auf die Hochschullehrende verwiesen haben. Zur Absicherung der Qualität (Vollständigkeit und Korrektheit) des ergänzten Katalogs der Lernvoraussetzungen wurde dieser abschließend mit den Originaläußerungen der Hochschullehrenden abgeglichen.

Nach Kategorien strukturiert wurden die ermittelten mathematischen Lernvoraussetzungen dann der gesamten Stichprobe vorgelegt und von $N_I = 952$ Hochschullehrenden in Likert-Items hinsichtlich der Notwendigkeit bzw. Wichtigkeit bewertet sowie in offenen Items präzisiert bzw. ergänzt. Bei der Auswertung der geschlossenen Items stand die Frage im Mittelpunkt, ob die Hochschullehrenden die jeweilige Lernvoraussetzung als notwendig für MINT-Studiengänge ansehen. Für die Annahme eines Konsenses seitens der Hochschullehrenden, dass der jeweilige Aspekt als notwendige bzw. nicht notwendige Lernvoraussetzung erachtet wird, wurden Kriterien so definiert, dass der Konsens sowohl über alle MINT-Studienrichtungen als auch Hochschularten hinweg getragen wird. Angesichts von insgesamt 1 302 Äußerungen in den offenen Kommentarfeldern konnten nicht alle Präzisierungen, Veränderungen oder Ergänzungen berücksichtigt werden. Wenn mindestens drei Hochschullehrende einen bislang nicht berücksichtigten Aspekt genannt hatten, wurde die Bedeutung des Aspekts als ausreichend für die Aufnahme in der Folgerunde erachtet.

Erste Ergebnisse der Befragungsrunden 0 und 1

In der Runde 0 konnten die Antworten der Hochschullehrenden den vier Kategorien *Inhalte* (z. B. Kombinatorik, lineare Gleichungssysteme), *mathematische Prozesse* (z. B. Argumentieren, Rechnen), *Wesen der Mathematik*

(z. B. Beweis steht im Zentrum der Hochschulmathematik) und *weitere personenbezogene Eigenschaften* (z. B. ordentliche und strukturierte Arbeitsweise) zugeordnet werden. Die Interraterreliabilität bei zwei Ratern lag für die einzelnen Kategorien zwischen .60 und .94. Insgesamt konnten 152 Aspekte als potentielle Lernvoraussetzungen identifiziert werden.

In der Runde 1 zeigte sich bei 108 der 152 Aspekte (71,05 %) ein Konsens. Von diesen wurden 105 Aspekte als notwendige Lernvoraussetzung bestätigt und 3 Aspekte als nicht notwendig bewertet. Im Bereich der *mathematischen Inhalte* wurden vorwiegend grundlegende Inhalte des Curriculums der Klassenstufen 5 - 8 als notwendig bewertet sowie zentrale Begriffe der höheren Klassenstufen, allerdings nur auf der Basis von intuitiven Vorstellungen. Bei den Aspekten der *mathematischen Arbeitstätigkeiten* fiel der Konsens der Hochschullehrenden verglichen mit den anderen Kategorien am geringsten aus (bei 52,5 % der Aspekte). Grundlegende mathematische Arbeitstätigkeiten wie das Ausführen bekannter Verfahren ohne elektronische Hilfsmittel, das Verstehen und Prüfen von Argumenten und das Anwenden von Kontrollstrategien wurden als notwendig bewertet. Zusätzlich bestand große Einigkeit unter den Hochschullehrenden, dass auch adäquate Vorstellungen von der Disziplin Mathematik notwendig sind (*Wesen der Mathematik*). So wurden unter anderem die Vorstellungen zur zentralen Stellung des Beweises sowie zum axiomatischen Aufbau der Mathematik als notwendig bestätigt. Im Bereich der *personenbezogenen Eigenschaften* erachteten die Hochschullehrenden insbesondere die Offenheit und Neugier gegenüber der Mathematik und dem Mathematiklernen an Hochschulen im Speziellen sowie Durchhaltevermögen in der Auseinandersetzung mit mathematischen Problemen als wichtig.

Bei der Bewertung der Notwendigkeit der potentiellen Lernvoraussetzungen lassen sich Mittelwertunterschiede zwischen Hochschullehrenden unterschiedlicher Studienrichtungen sowie Hochschularten feststellen. Diese Unterschiede sind jedoch bei keiner Lernvoraussetzung ausreichend hoch, sodass diese von einer Gruppe als notwendig und von einer anderen als nicht notwendig bewertet wurde.

Mit Hilfe der Auswertung der Kommentarfelder konnten 23 neue Aspekte identifiziert werden. Diese ließen sich vorwiegend den grundlegenden mathematischen Inhalten zuordnen (z. B. Polynomdivision, Teilbarkeit), griffen aber teilweise auch weiterführende Konzepte auf (z. B. Komplexe Zahlen sowie Bijektivität, Injektivität und Surjektivität).

Ausblick

In einer folgenden dritten Befragungsrunde werden die 23 ergänzten Lernvoraussetzungen, diejenigen mit uneinheitlichem Meinungsbild, sowie zur Absicherung des Konsenses auch die bereits bestätigten Lernvoraussetzungen den Hochschullehrenden erneut zur Bewertung vorgelegt. So soll sukzessive ein empirisch fundiertes Modell der erwarteten Lernvoraussetzungen aus Hochschulsicht erarbeitet werden, das im Kontrast zu den normativen Bildungszielen der Schule in den bildungspolitischen Diskurs um fachspezifische Studienvoraussetzungen eingebracht werden kann.

Literatur

- Biehler, R., Bruder, R., Hochmuth, R., & Koepf, W. (2013). Einleitung. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber, T. Wassong (Hrsg.), *Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik. Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 1–6). Dordrecht: Springer.
- COSH (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern: Ergebnis einer Tagung vom 05.07.2012 und einer Tagung vom 24.-26.02.2014*. Retrieved from http://lehrerfortbildung-bw.de/bs/bsa/bk/bk_mathe/cosh_neu/katalog/index.html
- Häder, M. (2014). *Delphi-Befragungen: Ein Arbeitsbuch* (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer.
- Heldmann, W. (1984). *Studierfähigkeit: Ergebnisse einer Umfrage. Thesen zur Studierfähigkeit und zum Hochschulzugang*. Hochschulverband. Schriften des Hochschulverbandes. Heft 29. Göttingen.
- 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*. Forum Hochschule 4. Hannover: DZHW.
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D., & Besuch, G. (2010). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen: Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08*. Hannover: HIS.
- Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (8. Aufl.). UTB für Wissenschaft Pädagogik, Vol. 8229. Weinheim: Beltz.
- SEFI (2013). *A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. A Report of the Mathematics Working Group*. Brussels: European Society for Engineering Education (SEFI).
- Sutherland, R. & Dewhurst, H. (1999). *Mathematics Education Framework for Progression from 16-19 to HE*. Bristol: University of Bristol, Graduate School of Education.
- Webler, T., Levine, D., Rakel, H., & Renn, O. (1991). The Group Delphi: A Novel Attempt at Reducing Uncertainty. *Technological Forecasting and Social Change* 3, 253-263.