

Mathematische Lernvoraussetzung für MINT-Studiengänge: Ergebnisse einer Delphi-Studie mit Hochschullehrenden

Theoretischer Hintergrund

Bei Studiengängen aus dem MINT-Bereich werden seit Jahren hohe Studienabbruchquoten festgestellt (Heublein et al., 2014). Auch wenn die MINT-Studiengänge unterschiedlich sind, so können diese Studienabbrüche oft auf Leistungsgründe zurückgeführt werden. Studierende berichten dabei insbesondere von fehlenden mathematischen Vorkenntnissen (Heublein et al., 2010). Vor dem Hintergrund dieser Übergangsproblematik bieten nahezu alle Hochschulen in Deutschland Vor- bzw. Brückenkurse an. Diese weisen eine Variation an Konzepten und inhaltlichen Ausrichtungen auf (vgl. khdm-Tagungen: z. B. Bausch et al., 2014). Daneben entwickelten Arbeitsgruppen und Verbände mit unterschiedlichen Zielsetzungen Anforderungskataloge zu mathematischen Lernvoraussetzungen. So hat die Cooperation Schule Hochschule (cosh, 2014) einen Mindestanforderungskatalog für Wirtschafts- und MINT-Studiengänge entwickelt, der verknüpft mit konkreten Maßnahmen den Übergang zwischen der Schule und der Hochschule in diesen Studienrichtungen in Baden Württemberg erleichtern soll. Die Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP, 2012) hat die mathematischen Kompetenzen beschrieben, die frühzeitig im Physikstudium benötigt werden und aus ihrer Sicht nicht an den Universitäten behandelt werden können. Als weitere Gruppe hat die European Society for Engineering Education (SEFI, 2013) Empfehlungen entwickelt, welche mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten in Europa in Ingenieursstudiengänge mindestens mitgebracht werden sollten.

Diese Empfehlungen beziehen teils unterschiedliche Kategorien von Lernvoraussetzungen ein und deuten auf unterschiedliche Einzelaspekte hin. Zusammengenommen mit den Ergebnissen von empirischen Untersuchungen zur allgemeinen Studierfähigkeit aus Sicht von Hochschullehrenden von Konegen-Grenier (2001) in Deutschland, in der vor allem fachübergreifende Studierfähigkeitsmerkmale wie Durchhaltevermögen oder Abstraktionsfähigkeit als bedeutsam bewertet wurden, bleibt bislang unklar, ob es einen Konsens seitens der Hochschullehrenden gibt, welche Kategorien von mathematischen Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge von Hochschullehrenden als relevant angesehen und welche einzelnen Aspekte dieser Kategorien als notwendig erachtet werden. Dies soll mit Hilfe der hier vorgestellten Studie untersucht werden.

Method

Zur Beschreibung notwendiger mathematischer Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge aus Hochschulsicht wurden Hochschullehrende über drei Befragungsrunden hinweg im Rahmen einer Delphi-Studie (Häder, 2014) befragt. Die Befragten waren danach ausgewählt, ob sie in den letzten fünf Jahren mathematische Einstiegsvorlesungen in MINT-Studiengängen angeboten hatten. Mit Hilfe einer Online-Recherche in Vorlesungsverzeichnissen, Modulhandbücher und Stundenpläne konnten so insgesamt 2233 Hochschullehrende ermittelt werden. Aufgrund der uneinheitlichen Forschungslage wurden bei der Befragung keine Kategorien von Lernvoraussetzungen vorgegeben. Vielmehr sollte zunächst angelehnt an Häder (2014) in einer explorativen Befragungsrunde eine kriteriengeleitete Auswahl dieser Hochschullehrenden (Repräsentation der Bundesländer, Studiengänge, Hochschularten) möglichst unbeeinflusst nach notwendigen Lernvoraussetzungen befragt werden. Dazu wurden 36 Hochschullehrende in drei offenen und erzählgenerierenden Items zu Aspekten einer mathematischen Studierfähigkeit in MINT-Studiengängen, mathematischen Aspekten von Orientierungstest sowie Unterschieden zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Studierenden zu Studienbeginn befragt. Mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2003) wurden die von den Hochschullehrenden genannten Lernvoraussetzungen zu insgesamt vier Kategorien zusammengefasst und mithilfe einer Zweitkodierung überprüft. Weiter wurden die genannten Aspekte zu einem Katalog an mathematischen Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge zusammengestellt. Dabei wurden die explizit genannten Aspekte um solche ergänzt, die in den Bildungsdokumenten (z.B. cosh, 2014) aufgeführt sind, auf die die Hochschullehrenden in den Textfeldern der Befragung verwiesen haben. Zur Absicherung der Qualität der qualitativen Auswertung wurde der finale Katalog an mathematischen Lernvoraussetzungen erneut mit den Originalantworten der Hochschullehrenden abgeglichen.

In Form von geschlossenen Items wurden diese identifizierten mathematischen Lernvoraussetzungen allen Hochschullehrenden zur Bewertung, Ergänzung und Präzisierung vorgelegt, von denen N= 952 Hochschullehrende an der Befragung teilnahmen. Bei der Auswertung wurden die Kriterien für die Annahme eines Konsenses (notwendig bzw. nicht notwendig aus Sicht der Hochschullehrenden) so gewählt, dass der Konsens über alle Studiengänge und Hochschularten hinweg getragen wird. Unter Berücksichtigung von 23 neu genannten Lernvoraussetzungen und einigen Anpassungswünschen der Hochschullehrenden wurden die Lernvoraussetzungen ein letztes Mal den Hochschullehrenden zur Konsolidierung vorgelegt. An der dritten

und letzten Befragungsrunde nahmen insgesamt $N = 664$ Hochschullehrende teil.

Ergebnisse

Im Verlauf der drei Befragungsrunden wurden von den Hochschullehrenden insgesamt 179 Aspekte als mathematische Lernvoraussetzungen vorgeschlagen und in der Folge von allen beteiligten Hochschullehrenden bewertet. Diesbezüglich konnte seitens der Hochschullehrenden ein Konsens bei 144 Lernvoraussetzungen (ca. 80%) festgestellt werden. Vier Aspekte wurden als nicht notwendig und 140 Aspekte wurden als notwendig bewertet. Diese Aspekte lassen sich den vier Kategorien „Mathematischer Inhalt“, „Mathematische Arbeitstätigkeiten“, „Wesen der Mathematik“ und „Persönliche Merkmale“ zuordnen.

Die mathematischen Inhalte gliedern sich in die Bereiche Grundlagen, Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie sowie Stochastik und Bereichsübergreifende Inhalte. Dabei wurden insbesondere die grundlegenden Aspekte (z. B. Lösen von Gleichungen, Funktionen, Elementare Geometrie) als notwendig bewertet worden. Zusätzlich wurden weiterführende Inhalte als notwendig bewerten, aber nur auf Basis intuitiver Konzepte (z.B. einer intuitiver Grenzwert- oder Stetigkeitsbegriff). Konzepte in formalisierter Form (z.B. Epsilon-Delta-Stetigkeit) wurden ebenso nicht als notwendig bewertet wie Reihen und Matrizenrechnung. Bei den mathematischen Arbeitstätigkeiten ließen sich die notwendigen Lernvoraussetzungen den Bereichen Grundlagen (Rechnen, Hilfsmiteleinsatz, Darstellungen), Argumentieren und Beweisen, Kommunizieren, Definieren, Problemlösen, Modellieren und Recherche zuordnen. Nahezu alle vorgeschlagenen Tätigkeiten wurden von den Hochschullehrenden zumindest in vertrauten Anforderungssituationen oder bei Inhalten der Sekundarstufe 1 als notwendig erachtet. Eine Ausnahme bilden die formal-abstrakten Tätigkeiten wie das Entwickeln und Formulieren eigener Beweise und Definitionen, die von den Hochschullehrenden nicht als notwendig bewertet wurden. Neben Inhalten und Arbeitstätigkeiten werden adäquate Vorstellungen zum Wesen der Mathematik von den Hochschullehrenden als notwendig angesehen. Metawissen über den logisch deduktiven Aufbau der Mathematik und die nötige formale Strenge wird ebenso als notwendig erachtet wie die zentrale Bedeutung des Beweisans für die Mathematik. In der Kategorie „Persönliche Merkmale“ bezogen die Hochschullehrenden sowohl Einstellungen und Arbeitsweisen und soziale Fähigkeiten als auch kognitive Fähigkeiten und Kenntnisse ein. Davon wurden insbesondere eine positive Einstellung zur Mathematik, ein gewissenhaftes Zeitmanagement, eine konzentrierte und hartnäckige Arbeitsweise in Bezug auf mathematische Probleme und Krea-

tivität z. B. zur Übertragung und Entwicklung von Problemlösestrategien als wichtig bewertet.

Ausblick

Mit dieser Delphi-Studie konnte eine empirisch fundierte Beschreibung der aus Sicht von Hochschullehrenden notwendigen Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge vorgenommen werden. Eine ausführliche Darstellung findet sich in Neumann et al. (2017). In der Folge soll den Fragen nachgegangen werden, ob die Lernvoraussetzungen in den Schullehrplänen abgedeckt werden und inwiefern die Lernvoraussetzungen von Lehrkräften als für Absolvierende erreichbar eingeschätzt werden.

Literatur

- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S. & Wassong, T. (Hrsg.)(2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer-Spektrum.
- cosh - Cooperation Schule:Hochschule (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik)*.
- Häder, M. (2014). *Delphi-Befragungen: Ein Arbeitsbuch* (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer.
- 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.
- KFP - Konferenz der Fachbereiche Physik (2012). *Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik zum Umgang mit den Mathematikkenntnissen von Studienanfängern der Physik*.
- Konegen-Grenier, C. (2001). *Studierfähigkeit und Hochschulzugang*. Köln: Deutscher Instituts-Verlag.
- Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (8. Aufl.). UTB für Wissenschaft Pädagogik, Vol. 8229. Weinheim: Beltz.
- Neumann, I., Pigge, C. & Heinze, A. (2017). *Welche mathematischen Lernvoraussetzungen erwarten Hochschullehrende für ein MINT-Studium?* Kiel: IPN. Verfügbar unter <https://www.ipn.uni-kiel.de/de/forschung/projektliste/malemint> (29.03.2018)
- SEFI (2013). *A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. A Report of the Mathematics Working Group*. Brussels: European Society for Engineering Education (SEFI).