13 Curriculum

Reinhold Hübl, Katja Derr, Ulrich Huckenbeck, Edith Mechelke-Schwede, David Obermayr, Miriam Weigel

Während über die Relevanz der Grundlagenmathematik für den Studienerfolg in MINT-Fächern weitgehend Konsens besteht, ist die Frage, welche mathematischen Inhalte diese Grundlagenmathematik ausmachen, deutlich schwieriger zu beantworten. Entsprechend stellte die Entscheidung über die Lerninhalte und den Umfang des optes-Kurs-Curriculums eine große Herausforderung dar.

Um einer Vorlesung im ersten Semester folgen zu können, benötigen die Studienanfänger*innen in MINT-Fächern mathematische Grundfertigkeiten vom Operieren mit Brüchen über das Umstellen von Termen bis hin zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen (Pigge, Neumann und Heinze 2016; Rach, Heinze und Ufer 2014). Die an die Studierenden gestellten Anforderungen sind jedoch stark von Studienrichtung, Studiengang und Lehrpersonen abhängig. Eine Richtschnur, was tatsächlich erwartet werden kann, sind die Lehrpläne der Bundesländer (Blum et al. 2015; Bruder et al. 2015). Doch auch hier ergeben sich Unterschiede von Bundesland zu Bundesland und, in noch stärkerem Maße, von Schulform zu Schulform. Daher orientiert sich das Curriculum des optes-Vorkurses nicht nur am Gymnasial-Lehrplan der Mittel- und Oberstufe, sondern auch an den Empfehlungen der Arbeitsgruppe Cooperation Schule: Hochschule (*cosh*-Katalog 2014; siehe auch Dürr et al. 2016) und der mathematics working group der European Society for Engineering Education (SEFI; siehe Alpers et al. 2013).

Das optes-Vorkurs-Curriculum besteht aus einem Kern mit sieben Lernzielorientierten Kursen (LoK) und einem erweiterten Curriculum mit fünf LoKs (siehe Tabelle 1). Die sechs LoKs im Kerncurriculum („Arithmetik“, „Gleichungen und Ungleichungen“, „Potenzen, Wurzeln, Logarithmen“, „Funktionen“, „Geometrie“, „Trigonometrie“) dienen der Wiederholung des Schulstoffs der gymnasialen Mittel- und Oberstufe. Da die Vorkenntnisse der Studienanfänger*innen in Bezug auf den Umgang mit mathematischen Formeln, Symbolen und Definitionen sehr stark variieren, wird diesen sechs Kursen ein Grundlagenkurs vorangestellt, in dem eine grundsätzliche und formale Einleitung erfolgt. Der nullte Kurs ist also eine Art Nachschlagewerk für alle anderen Kurse.

Tabelle 1: Mathematische Lerninhalte im optes-Vorkurs: Kerncurriculum (Wiederholung Schulstoff der Mittel- und Oberstufe) und Erweitertes Curriculum (Studiengangsspezifische Inhalte und Übergang zur Studieneingangsphase)

0 Mathematische Grundlagen Mengen und Zahlenmengen <ul style="list-style-type: none">• Mengen und Zahlenmengen• Grundlegende Definitionen und Regeln• Mathematische Sprache und Symbole
1 Arithmetik <ul style="list-style-type: none">• Rechnen mit ganzen Zahlen• Bruchrechnen• Termumformungen		2 Gleichungen und Ungleichungen <ul style="list-style-type: none">• Algebraische Gleichungen• Algebraische Gleichungen höheren Grades und Bruchgleichungen• Ungleichungen, Betragsgleichungen, Wurzelgleichungen
3 Potenzen, Wurzeln, Logarithmen <ul style="list-style-type: none">• Potenzen• Wurzeln• Logarithmen		4 Funktionen <ul style="list-style-type: none">• Eigenschaften von Funktionen• Rationale Funktionen und Wurzelfunktionen• Umkehrfunktionen• Exponential- und Logarithmusfunktionen
5 Geometrie <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen• Dreiecke• Kreise• Stereometrie		6 Trigonometrie <ul style="list-style-type: none">• Trigonometrische Funktionen• Additionstheoreme• Schwingungen und Arkusfunktionen
Lineare Algebra <ul style="list-style-type: none">• Eigenschaften von Vektoren• Rechnen mit Vektoren• Lineare Gleichungssysteme• Geometrische Anwendungen		Logik <ul style="list-style-type: none">• Aussagen und Wahrheitstabellen• Tautologien und Kontradiktionen• Prädikatenlogik• Beweisprinzipien
Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit <ul style="list-style-type: none">• Folgen• Folgengrenzwerte• Funktionsgrenzwerte• Stetigkeit		Statistik <ul style="list-style-type: none">• Deskriptive Statistik• Kombinatorik• Wahrscheinlichkeitsbegriff• Hypothesentests
Differential- und Integralrechnung <ul style="list-style-type: none">• Ableitungen• Anwendungen der Differentialrechnung• Integrale und Flächen• Kurvendiskussion		

Sowohl im Vorschlag der *cosh*-Gruppe als auch im Core Zero der SEFI sind die Vektorrechnung, die Differential- und Integralrechnung sowie die Grundlagen der Stochastik enthalten. Angesichts der Zeitproblematik eines Mathematikvorkurses werden diese Inhalte vom optes-Vorkurs zwar auch abgedeckt, befinden sich aber nicht im Kern-, sondern im erweiterten Curriculum. Diese Lerninhalte sollten erst dann empfohlen werden, wenn zufriedenstellende Kenntnisse zumindest in den ersten vier Themengebieten „Arithmetik“, „Gleichungen“, „Potenzen, Wurzeln, Logarithmen“ und „Funktionen“ vorhanden sind.

Das erweiterte Curriculum umfasst Lerninhalte, die für technische Studiengänge (Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik, Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen) besonders relevant sind. Der Kurs „Lineare Algebra“ behandelt die Themen Vektorrechnung und Gleichungssysteme und stellt einen Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik dar. Ähnlich ist es bei den LoK „Folgen, Grenzwerte und Stetigkeit“ und „Differential- und Integralrechnung“. Diese Themenfelder werden meist in den Vorlesungen im ersten Studienjahr noch einmal aufgegriffen und, wenn auch kurz, wiederholt und sind darum der Vorbereitung für das Hochschulstudium zuzurechnen. Der Kurs „Logik“ ist insbesondere für Studienanfänger*innen in den Studiengängen Informationstechnik, Angewandte Informatik und Wirtschaftsinformatik konzipiert worden, während sich der Kurs „Statistik“ in erster Linie an Studienanfänger*innen der Wirtschaftswissenschaften richtet. Alle fünf Kurse des erweiterten Curriculums sind zusätzlich für den Einsatz als studienbegleitende Lernmaterialien geeignet.

Die Erfahrungen mit dem Moodle-basierten Mathematik-Vorkurs der DHBW Mannheim haben gezeigt, dass der Umfang der Lerninhalte ein Problem für Studienanfänger*innen mit größeren Wissenslücken darstellt. Vorkurs-Teilnehmer*innen, die den diagnostischen Test durchgeführt hatten und für jedes der zehn in dem damaligen Programm angebotenen Lernmodule eine Empfehlung erhielten, waren von diesem Feedback oft überfordert und demotiviert. Daher wurde beschlossen, die Lernempfehlung zu straffen und den Fokus zunächst auf die Wiederholung des Schulstoffs, also auf das Kern-Curriculum, zu legen. Lerninhalte, die auch in den Erstsemestervorlesungen behandelt werden, sollten im Vorkurs nur dann empfohlen werden, wenn die Grundlagen beherrscht wurden.

Die Evaluationen in der ersten Förderphase zeigten, dass bei den Vorkursteilnehmenden Defizite in allen mathematischen Themengebieten vorhanden waren und sich die Probleme nicht nur auf ein Gebiet konzentrierten. Um dennoch eine Priorisierung vornehmen zu können, wurden alle in der Förderphase I beschlossenen Lerninhalte stichwortartig in einer Liste gesammelt und von einem Experten-Gremium in Bezug auf ihre Bedeutung für die Studieneingangsphase in fünf technischen Studiengängen nochmals diskutiert. Lerninhalte, die nicht als unbedingt notwendig angesehen wurden, wurden aus dem Kern-Curriculum herausgenommen bzw. mit dem Hinweis versehen, dass sie auf Studieninhalte vorgreifen oder nur für bestimmte Studiengänge von Bedeutung sind. Dabei ist es wichtig darauf

hinzuweisen, dass angesichts des sehr breiten Tätigkeitsfelds von Ingenieur*innen fast alle Inhalte auf der gemeinsam erstellten Liste als relevant einzuschätzen sind. Darum konnte sich die Gruppe auf nur sehr wenige Streichungen einigen, stattdessen wurden Inhalte als „Zusatzinformation“ oder „Übergang zum Studium“ gekennzeichnet, beispielsweise das Thema Kegelschnitte, das in erster Linie für Studierende im Maschinenbau relevant ist (und dort insbesondere als begleitendes Lernmaterial für die Vorlesungen geeignet ist).

Die Reihenfolge der Inhalte in den Kursen ergab sich aus folgenden Prämissen:

- Analog zum Schulunterricht wird mit der Arithmetik, also dem Umgang mit Zahlen, Grundrechenarten und Brüchen, begonnen.
- Chronologischer Aufbau: In keinem LoK sollte Wissen vorausgesetzt werden, das erst in einem späteren LoK eingeführt wird.
- Thematische Gruppierung: Die Inhalte sollten zu möglichst kompakten Einheiten in einer nachvollziehbaren Gesamtstruktur zusammengefasst werden, damit die Lernenden gezielt nach Themen suchen können. Da die Studienanfänger*innen aus unterschiedlichen Schulsystemen oder Bundesländern stammen, sollte auf kein bestimmtes Schulbuch verwiesen werden.
- Inhaltlicher Umfang: Ein Kurs sollte in 10–15 Stunden (inklusive Lernmodule, Tests und Trainings) durchgearbeitet werden können.

Literatur

- Alpers, B. A., Demlova, M., Fant, C. H., Gustafsson, T., Lawson, D., Mustoe, L., Olsson-Lehtonen, B., Robinson, C. & Velichova, D. (Hrsg.) (2013). *A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education*. Brussels: European Society for Engineering Education.
- Blum, W., Vogel, S., Drücke-Noe, C. & Roppelt, A. (Hrsg.) (2015). *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II*. Braunschweig: Schroedel.
- Bruder, R., Feldt-Caesar, N., Pallack, A. & Pinkernell, G. (2015). Mathematisches Grundwissen und Grundkönnen in der Sekundarstufe II. In W. Blum, S. Vogel, C. Drücke-Noe & A. Roppelt (Hrsg.), *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II* (S. 108–124). Braunschweig: Schroedel.
- cosh-Katalog (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. Verfügbar unter http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf [10.06.2020].
- Dürr, R., Dürrschnabel, K., Loose, F. & Wurth, R. (Hrsg.) (2016). *Mathematik zwischen Schule und Hochschule. Den Übergang zu einem WiMINT-Studium gestalten. Ergebnisse einer Fachtagung, Esslingen, 2015*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Pigge, C., Neumann, I. & Heinze, A. (2016). Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge aus Hochschulsicht – eine Delphi-Studie. In Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (Bd. 3, S. 1501–1502). Münster: WTM.

Rach, S., Heinze, A. & Ufer, S. (2014). Welche mathematischen Anforderungen erwarten Studierende im ersten Semester des Mathematikstudiums? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(2), 205–228.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.