

Daniel NOLTING, Stephan KREUZKAM, Hildesheim

Förderung mathematischer Fertigkeiten im Lehramtsstudium durch computerbasierten Grundlagentest

Für die Grund- Haupt- und Realschulstudierende mit Studienfach Mathematik wurde an der Universität Hildesheim das Konzept „Hildesheimer Stufen zum Einstieg in die Mathematik“ (HiStEMa) entworfen, welches vier übergeordnete Ziele verfolgt:

1. Aufbau von Routine in mathematischen Grundfertigkeiten
2. Aufbau von Methodenkompetenz für das Bearbeiten mathematischer Problemstellungen
3. die Einführung in die universitäre Mathematik (auch der Unterschied zur Schulmathematik)
4. die Vermittlung eines positiven Bildes des Faches Mathematik und die damit verbundene Sicherheit in der Studienfachwahl

Für die etwa 600 Bachelor und Masterstudierenden mit unterschiedlichen Schulstufenschwerpunkten wurden für die Punkte 2-4 bereits diverse Angebote geschaffen (u.a. Mathe-Hütte, mathematisches Gespräch) (vgl. z.B. Hamann et al, 2014, S. 381ff).

Um ebenfalls die für ein Mathematikstudium notwendige Routine in mathematischen Grundfertigkeiten aufzubauen, wurde ab dem Wintersemester 2013/2014 ein computerbasierter Grundlagentest eingeführt, der genau diesen Aspekt aufgreift. Ab Studiumsbeginn müssen die Studierenden diesen in jedem Semester absolvieren und bestehen, um zu einer fachwissenschaftlichen Klausur zugelassen zu werden. Hieraus ergibt sich folgende Erweiterung des „HiStEMa“-Modells:

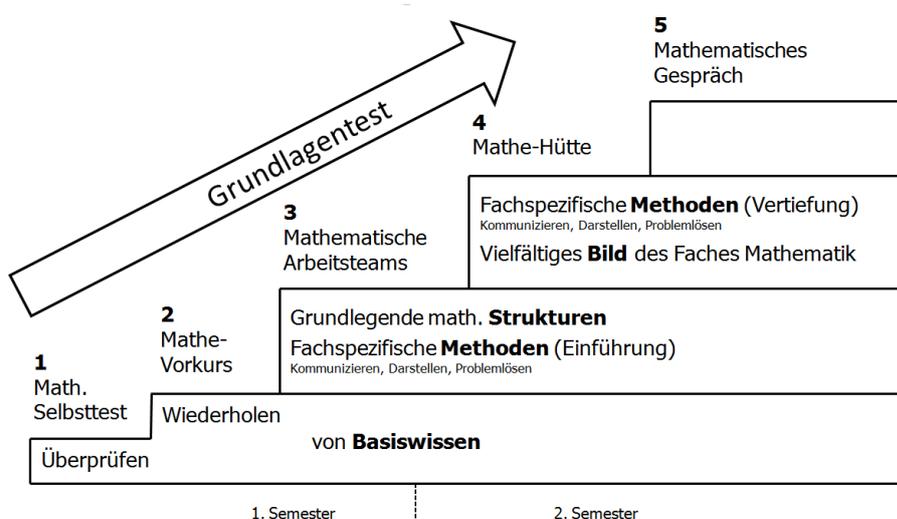


Abbildung 1: „HiStEMa-Modell“ mit Erweiterung des Grundlagentests

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 859–862). Münster: WTM-Verlag

Im Unterschied zu den Begriffen „Basiskompetenzen“ (vgl. Drücke-Noe et al, 2011, S. 8) und „mathematische Routinefertigkeiten“ (vgl. Kreuzkam, 2013, S. 564) wird der Begriff „Grundfertigkeiten“ wie folgt definiert:

Grundfertigkeiten umfassen sowohl mathematische Routinefertigkeiten, als auch das klientelbezogene notwendige mathematische Handwerkzeug, welches auf dem Niveau des sicheren Wissens und Könnens vorhanden ist.

Das Niveau „Sicheres Wissen und Können“ geht auf das dreistufige Modell zur Automatisierung von mathematischen Fertigkeiten von Sill und Sikora zurück:

1. Sicheres Wissen und Können
2. Reaktivierbares Wissen und Können
3. Exemplarisches Wissen und Können (vgl. Sill, Sikora, 2007, S.132ff)

Durch eine „[...] (teilweise) Automatisierung können Aufgaben ohne größere mentale Anstrengung (Arbeitsgedächtnis) [...] schnell erledigt werden. Sie befreien das Arbeitsgedächtnis von Routineaufgaben, sodass mehr mentale Kapazität für das Erreichen anspruchsvollerer Lernziele zur Verfügung steht.“ (Wild; Möller, 2009, S. 19f.) Um diese Automatisierung zu erreichen werden im mathematischen Vorkurs (vgl. HiStEMa Stufe 1) die relevanten Schulinhalte zur Reaktivierung behandelt und anschließend durch schriftliche Übungsaufgaben trainiert. Ebenfalls können die Studierenden sowohl die Sprechzeiten von Mitarbeitern des Instituts als auch von studentischen Tutoren/Tutorinnen wahrnehmen, in denen vorhandene Probleme im Bereich der Grundfertigkeiten identifiziert werden. Somit verfolgt der Grundlagentest drei Ziele:

1. Erhalt und Festigung von „Sicherem Wissen und Können“ durch die semesterweise Wiederholung des Grundlagentests um ein gewisses Maß an Überlernen zu erreichen (vgl. z.B. Renkl, 2002, S.16f.)
2. Durch das Aufzeigen von individuellen Defiziten soll die Selbstregulation der Studierenden gefördert werden.
3. Die Reaktivierung von mathematischen Grundfertigkeiten ist die Voraussetzung für eine Automatisierung und die daraus resultierende mentale Entlastung. (vgl. Wild, Möller, 2009, S.19f.)

Planung und Umsetzung

Für die Inhalte des Grundlagentests haben die Mitarbeiter/innen des Instituts für Mathematik und Angewandte Informatik Aufgaben entworfen. Diese orientieren sich an Schulbüchern bis zur 10. Klasse, so dass insgesamt 15 Themenbereiche (u.a. Bruchrechnung, Nenner rational machen, Potenz-

gesetze) entstanden sind. Diese werden in einen Test mit 20 Fragen eingearbeitet. Hierfür ist in der Planung eine Bearbeitungszeit von 45 Minuten angesetzt worden. Um eine individuelle Planung der Arbeitsbelastung der Studierenden zu ermöglichen, wurden während des Semesters zwei Testzeiträume (Mitte und Ende des Semesters) geschaffen, für den sich die Studierenden jeweils anmelden konnten. Zusätzlich gibt es einen Übungstest, der aus dem Aufgabenpool generiert wird, mit dem die Studierenden zu jedem Zeitpunkt für den Grundlagentest üben können. Dieser wurde mit über 5200 Durchläufen bei ca. 600 Studierenden sehr gut angenommen. Da das Bestehen des Grundlagentests ebenfalls als Kriterium für die Klausurzulassung herangezogen wird, ist der Test an die jeweilige Fachveranstaltung gebunden. Der Test wurde auf der universitätsinternen Plattform „moodle“ entworfen und die verschiedenen Aufgaben wurden als Bilder importiert. In der Eingabemaske konnten auch die korrekten Antworten für eine automatische Korrektur eingegeben werden.

Wie bei allen computerbasierten Tests sollte die Lösungseingabe nach festgelegten Kriterien erfolgen, damit eine automatische Auswertung möglich ist. Die Syntax orientiert sich an der des Programms „wxMaxima“, da die Studierenden in ihrem zweiten Studiensemester im Rahmen einer Veranstaltung mit dem Programm in Berührung kommen. Um die Schwierigkeiten möglichst gering zu halten, wurde ein Handzettel ebenfalls während der Testdurchführung zur Verfügung gestellt.

Bisher gab es zwei Durchläufe mit insgesamt 450 Studierenden. Es konnten 26 Punkte erreicht werden und der Test wird ab einer Punktzahl von 16 Punkten als bestanden gewertet. Als erste Beobachtungen sind zu nennen: Nur sehr wenige Aufgaben wurden nicht bearbeitet, der zeitliche Rahmen von 45 Minuten ist also passend gewählt. Ebenfalls stellte sich heraus, dass die Syntax eine doch nicht unerhebliche Fehlerquelle darstellt, so dass in den beiden Durchläufen nachträglich alle mathematisch korrekten Lösungen als korrekt gewertet wurden. Die Bestehensquote lag letztendlich bei ca. 33% (erster Durchlauf, $n=283$) bzw. 23% (Durchlauf 2, $n=170$). Bemerkenswert ist der Zusammenhang mit den Klausurergebnissen der Erstesemesterveranstaltung Lineare Algebra. Von den 188 Teilnehmenden haben im Vorfeld 112 Studierende den Grundlagentest bestanden, hiervon haben 96 (ca. 86%) auch die Klausur zur Linearen Algebra bestanden. Dies stützt die These der notwendigen Automatisierung zur Erreichung höherer Lerninhalte und zeigt, dass eine semesterweise Wiederholung zum Routineaufbau sinnvoll sein wird. Zusammen mit den Studierenden die den Grundlagentest vorher nicht bestanden haben, ist allerdings zu sagen, dass sich die Bestehensquote von ca. 50% insgesamt nicht verändert hat.

Ausblick

Für die Zukunft sind einige Anpassungen des Grundlagentests angedacht: Die Aufgabenschwierigkeit sollte innerhalb der Themenbereiche vereinheitlicht werden, was sich vor allem auf die Anzahl der Lösungsschritte für die jeweilige Aufgabe bezieht. Neben den Schwierigkeiten mit Grundfertigkeiten besteht nach eigener Erfahrung bei den Studierenden auch eine große Unsicherheit im Begriffs- und Formelverständnis, so dass auch diese Bereiche eingearbeitet werden könnten. Hierfür sind noch weitere qualitative und quantitative Auswertungen im Rahmen von Bachelor-/Masterarbeiten notwendig. Parallel muss das Förderangebot ausgeweitet werden, damit die Studierenden je nach persönlicher Interessens- und Bedarfslage die für sie geeignetste Maßnahme annehmen können.

Die kontinuierliche Beschäftigung mit mathematischen Grundfertigkeiten realisiert das Ziel des Aufbaus von Routine. Demzufolge wird der Grundlagentest nicht nur zeitlich wiederkehrend gestaltet, sondern auch eine stufenweise Anpassung der Bestehenspunktzahl implementiert, d.h. von einer Bestehensgrenze von 14 Punkten im ersten Semester bis hin zu 19 Punkten am Ende des Bachelor-Studiums.

Literatur

- Drücke-Noe, C.; Möller, G.; Pallack, A.; Schmidt, S.; Schmidt, U.; Sommer, N. & Wynands, A. (2011): *Basiskompetenzen Mathematik. für Alltag und Berufseinstieg am Ende der allgemeinen Schulpflicht*. Berlin: Cornelsen.
- Hamann, T., Kreuzkam, S., Schmidt-Thieme, B. & Sander, J. (2014). „Was ist Mathematik?“ Einführung in mathematisches Arbeiten und Studienwahlüberprüfung für Lehramtsstudierende. In Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S. & Wassong, T. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 375-388). Wiesbaden: Springer.
- Kreuzkam, S. (2013). Mangel an mathematischen Routinefertigkeiten. Basiswissen Mathematik. In: Käpnick Fr., Stein M., Greefrath G. (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013. Vorträge auf der 47. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 04.–08.03.2013 in Münster* (S. 564–567). Bd. 1. 2 Bände. Münster: WTM-Verlag.
- Renkl, A. (2000). Automatisierung allein reicht nicht aus: Üben aus kognitionspsychologischer Perspektive (S. 16-19). In *Üben und Wiederholen*. Friedrich Jahresheft 2000.
- Sill, H.-D.; Sikora, C. (2007). *Leistungserhebungen im Mathematikunterricht. Theoretische und empirische Studien*. Hildesheim: Verlag Franzbecker.
- Wild, E.; Möller, J. (2009). *Pädagogische Psychologie*. Heidelberg: Springer.