

Natascha SCHEIBKE, Essen

Auslotung des Potenzials von digitalen Aufgaben in der Anfängervorlesung Lineare Algebra 1

Für die Studierenden der Universität Duisburg-Essen wurden im Wintersemester 2016/17 digitale Aufgaben zur Vorlesung der *Linearen Algebra I* entwickelt. Ziel war es, zu den bereits bestehenden Unterstützungsmaßnahmen, wie Tutorien, Repetitorien und Lern- und Diskussionszentren, ein weiteres, nicht präsenzorientiertes Angebot zu erstellen. Damit sollte den in der Literatur bereits viel zitierten Schwierigkeiten beim Übergang Schule-Hochschule begegnet werden (Biehler et al. 2010, Hilgert 2016). In dieser Übergangsphase sind von den Studierenden einerseits allgemeine Herausforderungen wie Selbstorganisation und –regulation und andererseits die speziellen Anforderungen zu bewältigen, die die Hochschulmathematik mit sich bringt (Blömeke 2016; Rach 2014). *Lineare Algebra 1*, als eine der ersten fachmathematischen Vorlesungen neben *Analysis 1*, führt bei vielen StudienanfängerInnen mit ihrer hohen Dichte an Begriffen und Verfahren zu einem „heavy fog [that] ... rolled in over them“ (Carlson 1993). „Die Etablierung einer autonomie-fördernden Lern- und Rückmeldekultur“ (Schulmeister et al. 2012), die durch digitale Aufgaben erreicht werden kann, unterstützt die Studierenden auf dem Weg zu einem aktiven Selbststudium.

1. Technische Vorbereitungen

An der Universität Duisburg-Essen wird als strategische Lernplattform Moodle verwendet, die den Studierenden auch tatsächliche durch die regelmäßige Handhabung geläufig ist. Weiterhin steht das E-Assessment-System JACK zur Verfügung, das bereits in den Vorkursen der Wirtschaftswissenschaften und im Bereich Informatik etabliert ist. Nach der Erstellung der ersten Aufgaben zu Grundlagen der Linearen Algebra wurde klar, dass das JACK-System um einige, bisher nicht benötigte Funktionen ergänzt werden musste, damit die für die Lineare Algebra typischen mathematischen Berechnungen durchgeführt werden können (z. B. Matrizenberechnung). Mit SAGE wurde ein Computer Algebra System (CAS) angebunden, das diesen Anforderungen gerecht wird. Somit konnten alle, laut Modulhandbuch verpflichtenden Themen, durch computerbasierte Aufgaben abgedeckt werden. Außerdem wurde der Formeleditor so erweitert, dass sich eigene „Formel-Paletten“ flexibel zusammensetzen lassen. Mithilfe dieses Eingabemediums erübrigt sich das Erlernen einer Metasprache zur Eingabe mathematischer Formeln. Stattdessen geben die Studierenden die Formeln weitgehend so ein, wie sie es von ihren schriftlichen Hausaufgaben gewohnt sind.

Die einzelnen Aufgaben lassen sich zu individuellen Kursen zusammenstellen und direkt in Moodle als Aktivität einbinden. Eine zusätzliche Anmeldung in einem weiteren, für die Studierenden ggf. neuen System, ist somit vermeidbar. Die Gesamtbewertung der Studierendenlösungen eines Kurses wird an Moodle zurückgemeldet, so dass dort alle Bewertungen zusammenlaufen und vom Dozenten zur Auswertung genutzt werden können.

2. Grundlagenarbeit für die Aufgabenerstellung

Durch den Anschluss des Formeditors und des CAS wurde gewährleistet, dass die Palette der realisierbaren Aufgaben deutlich über Multiple-Choice-Aufgaben (MC-Aufgaben) ausgeweitet werden konnte. Die Möglichkeit, sogenannte Fill-In-Aufgaben stellen zu können, ist lernpsychologisch bedeutsam, da diese als besonders aktivierend gelten (Vajda & György 2007); so können Studierende hier nicht ausschließlich aus vorgegebenen Antworten wählen, sondern müssen die Antwort selbst konstruktiv entwickeln.

Um für Lehrende und Studierende adressatengerechte Aufgaben zu gestalten, habe ich papierbasierte Aufgaben der Wintersemester 2012/13 bis 2016/17 auf eine mögliche Umsetzbarkeit in computergestützte Aufgaben hin untersucht. Die zwei gängigsten didaktischen Konzepte der Lehrveranstaltungen der letzten 5 Wintersemester sind im Bereich der Übungen entweder nur Hausaufgaben (Übungsblätter mit Besprechung der Lösungen) oder Kombinationen Präsenz- und Hausaufgaben. Gibt es über die Aufgaben auf den Übungsblättern hinaus zusätzlich Präsenzaufgaben, so werden diese zuerst in den Übungsstunden bearbeitet bevor im Anschluss, je nach Bedarf und vorhandener Zeit, die Hausaufgaben besprochen werden. Ich habe mich dazu entschieden beide Aufgabentypen in die Analyse miteinzubeziehen. Damit Aufgabenkultur der einzelnen Semester besser verglichen werden kann, habe ich die „Aufgabengröße“ angepasst. Das bedeutet, dass von mir Aufgaben in Teilaufgaben unterteilt wurden, wenn inhaltlich einzelne Teilarbeitungsschritte erkennbar waren, die nicht bereits auch so ausgewiesen wurden.

Die Häufigkeitsauswertung in Abb. 1 zeigt, dass trotz dieser Anpassung die Anzahl der Aufgaben großen Schwankungen unterworfen ist. Das Verhältnis zwischen Hausaufgaben und Präsenzaufgaben fällt zu Gunsten der Hausaufgaben aus, lediglich in einem Wintersemester ist die Anzahl der Aufgaben in beiden Bereichen fast gleich. Das unterstreicht das Gewicht, das schriftliche Ausarbeitungen in der fachmathematischen Ausbildung haben.

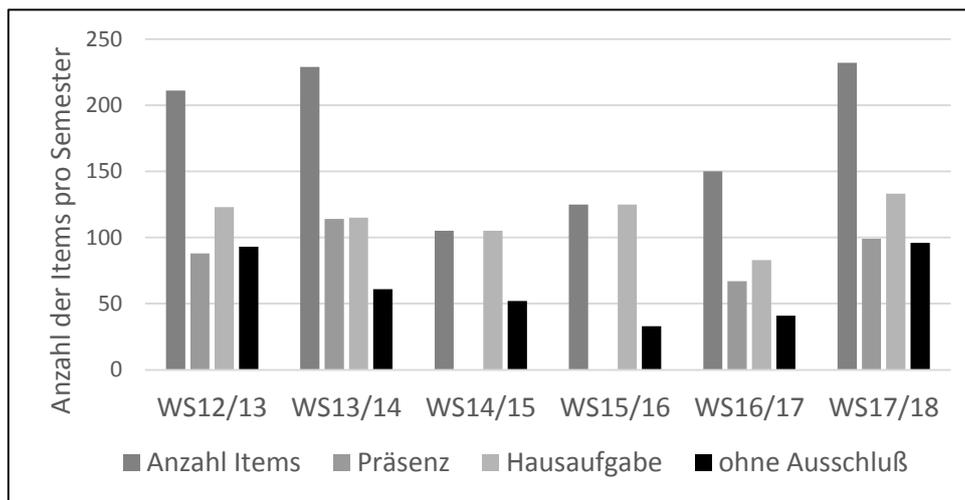


Abb. 1: Analyse aller Übungsaufgaben der Linearen Algebra 1

Für den Einsatz in der Lehre ist wichtig, wie umfassend eine Veranstaltung durch computerbasierte Aufgaben begleitet werden kann, also das Verhältnis zwischen der Gesamtzahl der Aufgaben und der Aufgaben, die sich potenziell in computerbasierte Aufgaben umsetzen lassen (schwarze Balken). Ausgeschlossen wurden Aufgaben, die Antworten in Textform erfordern, also klassische Beweis- und Begründungsaufgaben. Im günstigsten Fall bleiben 50% der Aufgaben übrig, in den überwiegenden Fällen können etwa ein Drittel der Aufgaben umgesetzt werden. Die umsetzbaren Aufgaben verteilen sich auf Präsenz- und Hausaufgaben gleichermaßen, so dass der Einsatz von computergestützten Aufgaben in beiden Bereichen zur Entlastung führen kann. Damit ist unter anderem gemeint, dass prozedural zu bearbeitende Aufgaben (z. B. Lösung eines LGS), computerbasiert gestellt und ausgewertet werden können wodurch einerseits Korrekturaufwand entfällt und andererseits die Studierenden ein unmittelbares, individuelles Feedback zu ihrer Lösung erhalten. Bei aufgetretenen Fehlern kann die Möglichkeit einer sofortigen Korrektur eröffnet werden und durch Randomisierung der computergestützten Aufgabe können weitere Übungsgelegenheiten geschaffen werden.

3. Umfang und Reichweite der Aufgaben

Im Rahmen des Projektes sind im Laufe eines Jahres ca. 250 Aufgaben entstanden, die alle Themengebiete einer typischen Lehrveranstaltung *Lineare Algebra I* (laut Modulhandbuch) abdecken. Dabei wurde darauf geachtet, dass Aufgaben, die auf das prozedurale Wissen fokussieren, sowohl als vorwärts- als auch rückwärts-gerichtete Aufgaben unterschiedlicher Komplexität erstellt werden. Zur Prüfung begrifflichen Wissens entstanden Aufgaben im Lückentextformat, Zuordnungs- und MC-Aufgaben. Es wurden optionale

Hinweise und ausführliche Feedbacks für den Fehlerfall erstellt, soweit dies sinnvoll und möglich war.

Die Aufgaben konnten in mehrere Veranstaltungen eingebracht werden und wurden von maximal 20% der Studierenden aufgerufen. Der Anteil derer, die die Aufgaben tatsächlich bearbeitet haben, fällt damit vermutlich noch deutlich geringer aus. In einer unsystematischen, qualitativen Begleitbefragung gaben die Studierenden allerdings an, die Vielfalt der Aufgaben des Angebots sehr zu schätzen. Die Schwierigkeiten der Aufgaben wurden von Studierenden der gleichen Lehrveranstaltung sehr unterschiedlich eingestuft, ebenso die Passgenauigkeit zur Vorlesung.

Eine offene Frage, die wir aktuell untersuchen ist, welche Auswirkung die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten der Aufgaben auf das konkrete Handeln der Studierenden während des Bearbeitens haben und wie sich dies mit ihren Fähigkeiten zusammenhängt. Es ist zu klären, welche spezifischen Herausforderungen die eingesetzten computergestützten Aufgaben für die Studierenden mit sich bringen, damit ein passgenauer Einsatz erfolgen kann.

Literatur

- Biehler, R., Hochmuth, R., Fischer, P. R., Wassong, T. (2011). Transition von Schule zu Hochschule in der Mathematik: Probleme und Lösungsansätze. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*, S. 111-114.
- Blömeke, S. (2016). Der Übergang von der Schule in die Hochschule: Empirische Erkenntnisse zu mathematikbezogenen Studiengängen. In: Hoppenbrock et al., S. 3-13.
- Carlson, D. (1993). Must the Fog Always Roll in? In *The College Mathematics Journal*, Vol. 24, No. 1, S. 29-40.
- Hilgert, J. (2016): Schwierigkeiten beim Übergang von Schule zu Hochschule im zeitlichen Vergleich. Ein Blick auf Defizite beim Erwerb von Schlüsselkompetenzen. In: Hoppenbrock et al., S. 695-709.
- Hoppenbrock, A., Biehler, R., Hochmuth R. & Rück, H.-G. (Hg.): *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze*. Wiesbaden: Springer Spektrum
- Rach, S. (2014): *Charakteristika von Lehr-Lern-Prozessen im Mathematikstudium. Bedingungsfaktoren für den Studienerfolg im ersten Semester*, Dissertation, Kiel: IPN
- Schulmeister, R., Metzger, C. & Martens T. (2012). *Lehrmethoden für Lerner mit unterschiedlichem Lernverhalten*. Paderborn: Paderborner Universitätsreden.
- Vajda, I., György, A., (2007). Electronic assessment in mathematics. *Pollack Periodica*, Vol. 2, No. 1 (S. 203-214).