

Michael KALLWEIT, Bochum & Eva GLASMACHERS, Bochum

## **Mehrschrittige prozedurale Aufgaben in tutoriellen Übungen mit STACK**

Mit dem digitalen Assessmenttool STACK sind digitale offene Mathematikaufgaben möglich, bei denen die Eingaben der Studierenden von einem Computeralgebrasystem weiterverarbeitet und automatisch ausgewertet werden, um ein differenziertes diagnostisches Feedback zu generieren. Das klassische Aufgabenszenario wird in diesem Beitrag mit dem Konzept tutorieller Selbstlernaufgaben zusammengebracht. Hierbei begeben sich Studierende kleinschrittig auf einem adaptiven Pfad von Zwischenschrittsaufgaben, die in Kombination zur Lösung der Aufgabe führen. In dem Beitrag werden Ergebnisse aus dem Einsatz in einer Lehrveranstaltung im WS 19/20 präsentiert.

### **1. Einleitung**

Das wichtigste Lerninstrument für die Mathematik ist die Beschäftigung mit Übungsaufgaben. Gemäß Hattie und Timperley (2007) wirkt sich ein differenziertes inhaltliches Feedback positiv auf den Lernerfolg aus. Zudem ermöglicht diese objektive Rückmeldung Verzerrungen der Wahrnehmung des eigenen Leistungsstandes, z.B. durch den Dunning-Kruger-Effekt (1999), entgegenzuwirken.

An der Ruhr-Universität Bochum werden digitale Mathematikaufgaben zum einen fächerübergreifend als Teil des Übungsbetriebs von Vorlesungen eingesetzt und zum anderen als eigenverantwortliche Vor- und Nachbereitung zum Selbststudium angeboten. Diese Aufgaben nutzen intensiv die didaktischen Möglichkeiten des Aufgabentyps STACK für die automatische Generierung von randomisierten Aufgabenstellungen und die automatische Erstellung von differenziertem Feedback, siehe Kallweit (2015). Inzwischen werden immer mehr dieser Aufgaben auch adaptiv gestaltet: Studierende erhalten nach der Abgabe einer fehlerhaften Lösung weitere sogenannte Zwischenschrittsaufgaben, die konkrete Kenntnisse und Fertigkeiten, die zur Lösung der ursprünglichen Aufgabe miteinander kombiniert werden müssen, kleinschrittig aufgreifen, siehe Glasmachers (2019a). Dieses Konzept der tutoriellen Aufgaben bietet sich insbesondere bei mehrschrittigen prozeduralen Aufgabenstellungen an und wurde bisher punktuell eingesetzt. Ein Aufgabenbeispiel wurde in Glasmachers (2019b) detailliert ausgeführt.

Das aktuelle Projektvorhaben hat zum Ziel, den herkömmlichen Einsatz digitaler Aufgaben mit dem tutorieller Aufgaben auf verschiedenen Ebenen zu vergleichen.

## **2. Fragestellungen**

Wie in Glasmachers (2019b) dargestellt wurde, hat der klassische Einsatz digitaler Aufgaben im Prüfungsmodus den Nachteil, dass Studierende detaillierte Rückmeldungen zu ihren Aufgaben selten nutzen und lernförderliche Reflexionsschleifen auslassen. Es stellt sich die Frage, ob über tutorielle Aufgaben und die in die Aufgaben integrierte kleinschrittige Führung der Reflexionsgrad für die Lerninhalte erhöht werden kann.

Tutorielle Aufgaben finden bei den Studierenden Zuspruch, aber es wurde bisher noch nicht untersucht, wie hoch die Bereitschaft der Studierenden ist, sich mit diesen im Vergleich zu klassischen Aufgabentypen auseinanderzusetzen und inwiefern sich dies auf Testergebnisse auswirkt.

## **3. Einsatzszenario**

Der Vorlesung “Mathematik für Chemiker 1” an der Ruhr-Universität Bochum liegt seit vier Jahren ein Lehr-Lern-Szenario zu Grunde, bei dem digitale Aufgaben einen festen Bestandteil der wöchentlichen Hausaufgaben sowie des wöchentlichen Pre-Learnings auf Basis des Just in Time Teachings darstellt. Der Großteil der verwendeten Aufgaben ist mit dem Assessment-tool STACK erstellt und enthält differenziertes Feedback zu den individuellen Lösungen der Studierenden. Die regelmäßige Mitarbeit der Studierenden an den Aufgabenpaketen wird mit einem anteiligen Bonus von maximal 10% für die Abschlussklausur honoriert. Die Aktivität der Studierenden in dem obigen Kurs ist hoch und die Bearbeitungsquoten von Papier-Aufgaben und digitalen Aufgaben weisen keine Unterschiede auf.

Im aktuellen Wintersemester 19/20 wurde der Einsatz tutorieller Aufgaben in einem vergleichenden Design erprobt. Hierbei wurden die Studierenden nach 8 Wochen der Vorlesungszeit, in denen sie mit dem Einsatz digitaler Aufgaben im klassischen Design bereits erste Erfahrungen gesammelt haben, für den Themenblock “Konvergenzanalyse von Reihen” in Gruppen gleicher Leistungsverteilung mit zwei unterschiedlichen Aufgaben-szenarien konfrontiert, die nachstehend vorgestellt werden. Die Erprobung wurde durch eine qualitative Befragung der Studierenden zu den Aufgabenformaten begleitet. Zwei Wochen nach Abschluss des Aufgabenpakets fand eine gemeinsame Miniklausur zu diesem Themenfeld statt, bei der ebenso wie bei der Bearbeitung der verschiedenen Wochenpakete ein Bonus für die Klausur

(ein Viertel des Gesamtbonus) erworben werden konnte. Diese Miniklausur enthielt sowohl prozedurale als auch konzeptionelle Arbeitsaufträge.

- “klassisches” Design: Prüfungsmodus  
Digitale Aufgaben werden mit einer Bearbeitungszeit von 7 Tagen angeboten und die Studierenden haben für ihre individualisierten Aufgaben einen Versuch für das Einreichen der Abgabe.
- Versuchsszenario A: Übungsmodus  
Die Studierenden erhalten eine digitale Aufgabe, die sie in einem Zeitfenster von 4 Tagen beliebig oft mit randomisierten Varianten einreichen können, aber als Feedback nur die Rückmeldung “richtig oder falsch” sowie die korrekte Kurz-Lösung, mit konzeptionellen Hinweisen, aber ohne alle Zwischenschritte. Nach dieser Übungsphase erhalten die Studierenden noch einmal eine individualisierte Aufgabe gleichen Typs mit nur einem Versuch für das Einreichen der Abgabe in einem Zeitfenster von 3 Tagen.
- Versuchsszenario B: Tutorieller Modus  
Die Studierenden erhalten eine digitale Aufgabe, die zu einer tutoriellen Aufgabe aufbereitet wurde, die sie in einem Zeitfenster von 4 Tagen beliebig oft mit randomisierten Varianten bearbeiten können. Die Studierenden erhalten dabei in jedem Zwischenschritt Rückmeldungen zu “richtig oder falsch” und konzeptionelle Hinweise sowie weitere anleitende Zwischenaufgaben, aber keine vollständigen Lösungen. Nach dieser Übungsphase bekommen die Studierenden noch einmal eine individualisierte Aufgabe im gleichen Modus wie bei Versuchsszenario A.

#### **4. Ergebnisse**

Anhand der erreichten Hausaufgabenpunkte der ersten 6 Vorlesungs-wochen wurden die Studierenden auf die Versuchsszenarien A und B aufgeteilt. 31 Studierende der Gruppe A und 26 Studierende der Gruppe B haben die Aufgabenbearbeitung im neuen Design begonnen. Hierbei handelte es sich nur um rund 50% der in der Vorwoche bei den Hausaufgaben aktiven Studierenden. In der Umfrage gaben 62% von den Studierenden, die die Selbstlernaufgaben nicht bearbeitet haben, zeitliche Gründe für die Nichtbearbeitung an. Neben dem normalen Bearbeitungsrückgang aufgrund des fortgeschrittenen Themas, ist dies ein deutliches Indiz für die starke zeitlich regulierende Wirkung des Anreizes durch Bonuspunkte. Die Selbstlernaufgaben waren dem Bonuserwerb vorgeschaltet.

Während 22 der 31 Studierenden im Versuchsszenario A (71%) mindestens einen Aufgabenschritt erfolgreich abgeschlossen haben, haben im Szenario B nur 10 der 26 Studierenden (38,5%) die Aufgaben soweit bearbeitet, dass sie eine elektronische Auswertung eingefordert und die Musterlösung eingesehen haben. Studierende beider Szenarien stimmen mit 87% (A) bzw. 83% (A) der Aussage zu, dass die Selbstlernaufgaben sie beim Verständnis des Themenfeldes unterstützt hätten.

Bei Testaufgaben sind im Allgemeinen die Ergebnisse in beiden Versuchsszenarien vergleichbar. Bezogen nur auf den konzeptionellen Aufgabenteil werden jedoch große Unterschiede sichtbar: 26% der Studierenden aus dem Versuchsszenario A (5 aus 19) lösen diesen Aufgabenteil, gegenüber nur 12,5% der Studierenden im Versuchsszenario B (1 aus 8). Dies ist ein Hinweis auf einen deutlich höheren Reflexionsgrad und inhaltlichen Überblick. Die Gruppe der Studierenden, die das Angebot der Selbstlernaufgaben nicht angenommen hat, löst diesen Aufgabenteil zu 14%, erzielt bei den Testaufgaben insgesamt ein etwas schwächeres Ergebnis als die in den Szenarien A und B aktiven Studierenden.

## 5. Fazit

Die Fallzahlen in den Versuchsszenarien A und B sind klein, jedoch weisen die Ergebnisse die klare Tendenz auf, dass im tutoriellen Modus die Studierenden stärker zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den Aufgaben (71% gegenüber 38,5%) geführt werden. Bei Testaufgaben zeigen sich bei konzeptionellen Aufgabenteilen große Unterschiede (26% gegenüber 12,5%). Diese Ergebnisse gilt es nun mit größeren Studierendengruppen zu überprüfen.

## Literatur

- Dunning, D. & Kruger, J. (1999). Unskilled and unaware of it. How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, Nr. 6, 1121–1134.
- Glasmachers, E. & Kallweit, M. (2019a). Adaptive Selbstlernaufgaben mit STACK. In *Contributions to the 1st International STACK conference 2018*. Friedrich-Alexander-Universität: Nürnberg, Germany. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2562732>
- Glasmachers E. & Kallweit, M. (2019b). Einsatz tutorieller Selbstlernaufgaben mit STACK. Erscheint in *Beiträge zum Mathematikunterricht 2019*.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Kallweit, M. (2015): *Mathematik-Kompetenzen überprüfen und fördern – Automatisiert Lehren und Lernen mit STACK*. Tagungsband zum Workshop der ASIM/GI-Fachgruppen, Argesim Report AR 50.