

## **STACK-Aufgaben im Praxiseinsatz**

*Mit den gestiegenen Möglichkeiten zur automatischen Auswertung (unter Zuhilfenahme eines Computeralgebrasystems) finden elektronische Mathematikaufgaben auch zunehmend an Hochschulen Verbreitung. An der Ruhr-Universität Bochum wird hierfür seit einigen Jahren auf das Assessment-Plugin STACK zurückgegriffen. In eLearning-Kursen werden damit neben herkömmlichen geschlossenen Aufgabenformaten auch offene Fragetypen mit direktem individuellen Feedback möglich. Diese Aufgaben werden in Vorkurs-Eingangstests, als Teil der wöchentlichen Übungsaufgaben und gezielt als Trainingsparcours zur Prüfungsvorbereitung eingesetzt. Zur hochschulübergreifenden Bündelung wurde mit der Datenbank DOMAIN eine vom verwendeten eLearning-System unabhängige Plattform geschaffen, über die Lehrende effizient ebensolche digitalen Aufgaben untereinander austauschen können.*

## **Digitale Aufgabenformate in der Mathematik**

Moderne technische eLearning-Plattformen bieten eine Vielzahl von Aktivitäten für die Nutzer und Darreichungsformen für Lehrinhalte an. In der Mathematik nehmen Aufgaben eine besonders wichtige Rolle im Lernprozess ein. Unabhängig davon, ob ein summativer oder formativer Einsatz angestrebt wird, sollte auf vielfältige Aufgabenformate zurückgegriffen werden, um ein möglichst ebenso breites Spektrum an Kompetenzen abprüfbar zu machen. In den allermeisten eingesetzten digitalen Mathematiktests werden aber vor allem Varianten von Single- und Multiple-Choice eingesetzt: Auswahl per Klick, Auswahl per Drag'n'Drop, Zuordnungen, usw. Diese lassen sich sehr leicht durch technische Systeme auswerten, um aber die gewünschten Fertigkeiten abzuprüfen (und nicht nur eine Ratekompetenz zu bescheinigen) muss bei der Konzeption entsprechende Sorgfalt an den Tag gelegt werden. Insbesondere sollten die angebotenen Distraktoren auf empirischen Fehlermustern basieren, um eine realistische Auswahlwahrscheinlichkeit zu bekommen (Winter 2011).

Die Mathematik ermöglicht durch ihren formalen Charakter aber auch darüber hinausgehende Formate, insbesondere Aufgaben mit offenen Antworten. Fragestellungen in denen ein Term, eine Gleichung, ein symbolisches mathematisches Objekt gesucht wird, sind unter Zuhilfenahme von Computeralgebrasystemen (CAS) möglich. Diese können u.a. die Äquivalenz der Nutzereingabe mit einer hinterlegten Musterlösung überprüfen, auch wenn

diese nicht exakt als Zeichenketten übereinstimmen (aber dennoch mathematisch gleich sind).

### **Das Assessmentplugin STACK**

Ebensolche Möglichkeiten bietet das Assessmentplugin STACK (Sangwin 2013), welches zur Zeit für die Learning-Management-Plattformen Moodle und Ilias zur Verfügung steht. Für die Auswertung und Bewertung von Nutzereingaben verwendet es im Hintergrund das Computeralgebrasystem Maxima (Kallweit 2016a). Ermöglicht werden damit neue Frageformen, die echte Mehrwerte bei den Lernenden und Lehrenden bietet. In der Aufgabe

*Geben Sie ein Beispiel für eine Funktion an, die an der Stelle  $x=0$  stetig, aber nicht differenzierbar ist.*

kann das CAS die Nutzereingaben leicht auf die verlangten mathematischen Eigenschaften prüfen und jeweils das entsprechende Feedback generieren (z.B. „Die von Ihnen eingegebene Funktion ist stetig, aber leider auch differenzierbar, was sie nicht sein sollte.“). Ebenso lässt sich bereits zur Erstellung der Aufgabenstellung auf das CAS zurückgreifen. Die vorkommenden mathematischen Objekte können zufällig generiert werden, um jedem Studierenden seine eigene Version der Aufgaben zu geben. Hierbei muss natürlich auf die didaktische Äquivalenz der Varianten geachtet werden.

### **Einsatzbeispiele**

An der Ruhr-Universität Bochum werden STACK-Aufgaben intensiv in verschiedenen Einsatzszenarien eingesetzt: Als Eingangstest in Vorkursen, als Teil regulärer wöchentlicher Übungsaufgaben und als Prüfungsvorbereitung (Glasmachers 2017). Erste Auswertungen zeigen die Vorteile des offenen Aufgabentyps gegenüber geschlossenen Formaten und in gewissen Aspekten auch den Papieraufgaben auf (Kallweit 2016b).

Wir ergänzen im Folgenden diese Resultate (u.a. aus der Linearen Algebra I, WS 2015/2016) durch Ergebnisse aus den Veranstaltungen Analysis I und Mathematik für Chemiker I (jeweils WS 2016/2017). Von den Aufgaben der wöchentlich ausgegebenen Übungszettel wurde jeweils eine durch ein digitales Pendant in der eLearning-Plattform Moodle ersetzt (typischerweise eine von vier Aufgaben). Für die Bearbeitung beider Aufgabentypen hatten die Studierenden eine Woche Zeit. Für korrekte Lösungen gab es einen Bonus für die Modulpunkte.

Die digitalen Aufgaben werden von den Hörern der Veranstaltungen sehr gut angenommen. Abbildungen 1 und 2 zeigen die verschiedenen Abgabezahlen nach Typus der Aufgaben.

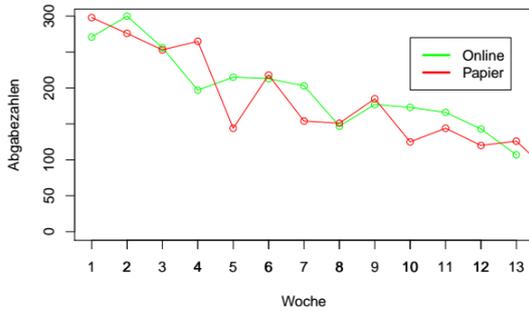


Abb. 1: Abgaben Analysis I

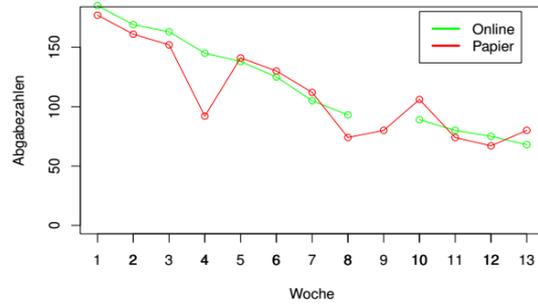


Abb. 2: Abgaben Mathe für Chemiker I

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Verteilung der Paarungen der erreichten Punkte bei den Papieraufgaben mit denen der Online-Aufgaben. Es ergibt sich, wie gewünscht, ein hoher statistischer Zusammenhang: In der Analysis I ein Korrelationskoeffizient von 0.8 ( $p < 0.00001$ ), in der Mathematik für Chemiker I sogar 0.85 ( $p < 0.0001$ ).

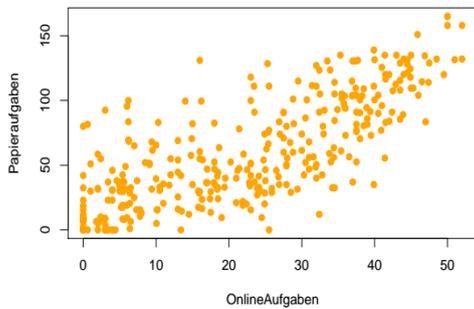


Abb. 3: Analysis I: Papier vs. Online

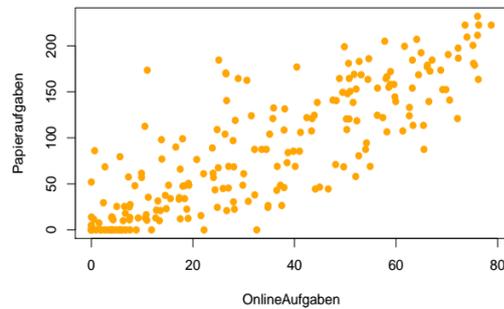


Abb. 4: Mathe für Chemiker I: Papier vs. Online

Setzt man die in der Klausur erreichten Punktzahlen mit den Papier- und den Online-Aufgaben zueinander in Beziehung, ergeben sich ebenso signifikante Korrelationen, siehe Tabelle 1. Die digitalen Aufgaben korrelieren sogar etwas besser mit dem Klausurergebnis als die Papieraufgaben, was vermutlich auf den Einsatz von randomisierten Aufgabenstellungen (und der damit erschwerten Möglichkeit abzuschreiben) zurückzuführen ist.

Analysis I	Papier vs. Klausur	r=0.56	p<0.0001
	Online vs. Klausur	r=0.59	p<0.0001
Mathematik für Chemiker I	Papier vs. Klausur	r=0.58	p<0.0001
	Online vs. Klausur	r=0.65	p<0.0001

*Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten*

Die Schlussfolgerungen der ersten Untersuchung in der Veranstaltung Lineare Algebra I konnten somit auch in anderen Vorlesungen und Studiengängen bestätigt werden.

### **Arbeitskreis Digitale Mathematik-Aufgaben in der Hochschullehre**

An vielen Hochschulen werden digitale Aufgaben entwickelt und eingesetzt. Als gemeinsames Netzwerk hat sich der übergreifende Arbeitskreis *Digitale Mathematik-Aufgaben in der Hochschullehre* gegründet (<http://www.rub.de/ak-mathe-digital>). Akteure aus über 20 Universitäten und Fachhochschulen begeben sich hier regelmäßig in gegenseitigen Erfahrungsaustausch, bieten eine Anlaufstelle sowie Beratung für neue Interessierte zur Verbreitung von mathematischem eAssessment und führen konkrete Kooperationen durch. Entstanden sind ein Kategorisierungsraster für digitale Aufgaben und eine gemeinsame Aufgabendatenbank, die plattformübergreifend nutzbar ist.

### **Literatur**

- Glasmachers, E., Kallweit, M. & Püttmann A. (2016). *Von der Datenbank zu Trainingsparcours – Digitale Aufgaben im Hochschuleinsatz*. In U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2017. Münster: WTM.
- Kallweit, M. (2016a). *CAS-unterstütztes Assessment von Mathematik*. Computeralgebra-Rundbrief, Heft 59, 22-24
- Kallweit, M. (2016b). *Der Computer als Tutor - technikbasierte Diagnostik mit Freitextaufgaben*. In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2016. Münster: WTM.
- Sangwin, C.J. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Winter, K. (2011). *Entwicklung von Item-Distraktoren mit diagnostischem Potential zur individuellen Defizit- und Fehleranalyse[...]*. Münster: WTM.