

Ömer GENC, Darmstadt

## **Projekt TUWAS: Einsatzszenarien und mögliche Effekte STACK-basierter Mathematikaufgaben im Ingenieursstudium**

Für viele Studierende der Ingenieurwissenschaften stellt die Mathematik eine große Hürde dar und wird mitunter als Last empfunden. Ursächlich hierfür sind heterogene und zum Teil defizitäre Mathematik-Vorkenntnisse der Studienanfängerinnen und Studienanfänger (Abel und Weber, 2014), die Zeitproblematik im Studium hinsichtlich der zu erlernenden Inhalte und ein fehlendes regelmäßiges und vor allem semesterbegleitendes Üben (Schulmeister und Metzger, 2011). Darüber hinaus ist es angesichts der hohen Studierendenzahl in den Ingenieurwissenschaften (an der TU Darmstadt gab es im Wintersemester 2019/20 insgesamt 1621 angemeldete Studierende für die „Mathematik I für Maschinenbau“ und „Mathematik I für Bauingenieurwesen“) oftmals schwer möglich, den Studierenden eine angemessene und differenzierte Betreuung zukommen zu lassen und ihnen zusätzlich eine individuelle und vor allem unmittelbare Rückmeldung zu ihren Leistungen in den Übungen der Mathematikveranstaltungen zu geben. Dieser Mangel an individueller Betreuung beeinflusst die Studierfähigkeit der Studierenden und kann zu niedrigen Bestehensquoten in den Prüfungen und damit oft zu einem frühen Studienabbruch führen (ebd.).

Um der Problematik der beschriebenen mangelhaften Betreuung zu begegnen, werden an der TU Darmstadt digitale Mathematikaufgaben mithilfe des Open-Source-Systems STACK erstellt, die in den Übungsbetrieb der ingenieurwissenschaftlichen Mathematikveranstaltung des ersten Studienjahres in Form von digitalen Hausaufgaben und Übungsaufgaben im bereits verwendeten LMS Moodle eingebettet werden können. Ziel dieses digitalen Aufgabenarrangements ist es, den Studierenden die Möglichkeit zu bieten, selbständig Inhalte der Lehrveranstaltung zu wiederholen und zu vertiefen und dabei unmittelbare Rückmeldung hinsichtlich ihrer Leistungen zu erhalten.

Durch eine digitale Umsetzung von Mathematikaufgaben ist es möglich, den Studierenden nach der Bearbeitung von Aufgaben ein unmittelbares Feedback zu geben, welches insbesondere auf die individuellen Eingaben der Studierenden eingehen kann. Ein differenziertes inhaltliches Feedback kann auf den Lernerfolg der Studierenden einen positiven Einfluss haben (Hattie, 2009), weshalb eine Interaktion der Studierenden mit dem dargebotenen Feedback zu ihren Antworten gesteigert werden soll. Ein gutes Feedback

sollte in der Lage sein, etwaige Lücken in den Fähigkeiten der Studierenden aufzuzeigen und konkrete Möglichkeiten aufweisen, inwiefern diese Lücken geschlossen werden können (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006). Ein weiteres Vorteil eines digitalen Aufgabenarrangements ist die Möglichkeit der automatischen Auswertung der Aufgaben, was sich in Anbetracht der großen Zahl an Studierenden entlastend auf den Korrekturaufwand im Vergleich zur schriftlichen Aufgabenkorrektur auswirkt. Gleichzeitig kann ein differenziertes Feedback ohne Mehraufwand für Tutorinnen und Tutoren erzeugt werden.

Die Entwicklung geeigneter digitaler Aufgaben soll vor dem Hintergrund etablierter Aufgabentheorien erfolgen, sodass mit Hilfe der Realisierung unterschiedlicher Aufgabentypen der Einsatz dieser Aufgaben sowohl in Lernsituationen als auch in Leistungssituationen ermöglicht wird.

Im Folgenden wird das System STACK, das zur Erstellung der digitalen Aufgaben verwendet wird, näher beschrieben und das Projekt TUWAS an der TU Darmstadt vorgestellt.

### **Das Onlinesystem STACK**

STACK (System für Teaching and Assessment with Computer-Algebra-Kernel) ist ein System, das von Chris Sangwin entwickelt wurde und ab 2013 als Plug-In mit der Open-Source-Lernplattform Moodle oder ILIAS verknüpft werden kann, wobei STACK selbst als Open-Source-Lösung frei zur Verfügung steht. Die Funktion von STACK besteht in der Entwicklung von Mathematik-Online-Übungen und Tests. Mit STACK lassen sich Aufgaben derart konzipieren, dass mathematische Ausdrücke, wie zum Beispiel Terme, Gleichungen, Matrizen oder Mengen als mögliche Antwort eingegeben werden können, welche vom angebundenen Open-Source-CAS Maxima ausgewertet werden. Auf diese Weise ist es möglich, die Eingabe auf mathematische Eigenschaften zu prüfen und zu entscheiden, ob und in welchem Umfang eine gegebene Aufgabe korrekt gelöst wurde. Dies ermöglicht eine an die Antwort angepasste Rückmeldung, sodass den Studierenden ein differenziertes und antwortspezifisches Feedback zurückgemeldet werden kann (Abb.1). Zum einen ermöglicht dieses differenzierte Feedback die Implementierung typischer Fehler, sodass Aufgaben defizitäre Stoffelemente lokalisieren können und eine Diagnostik präzisiert werden kann (Schaub, 2019), und zum anderen erhöht es die Intensität der inhaltlichen Auseinandersetzung der Studierenden mit diesem Feedback (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Geben Sie für die Funktion

$$f(x) = \frac{x^2 + 4}{\sin(x)}$$

die 1. Ableitung an.

$f'(x) =$

Ihre letzte Antwort wurde folgendermaßen interpretiert:

$$\frac{2 \cdot x}{\cos(x)}$$

In Ihrer Antwort wurden die folgenden Variablen gefunden: [x]

---

Falsche Antwort.

Sie haben den Zähler und den Nenner komponentenweise differenziert und dabei die Quotientenregel nicht beachtet. Für eine Funktion  $h(x) := \frac{f(x)}{g(x)}$  gilt:  $h'(x) = \frac{f'(x) \cdot g(x) - f(x) \cdot g'(x)}{g(x)^2}$

---

Eine richtige Antwort ist  $\frac{2 \cdot x}{\sin(x)} - \frac{(x^2+4) \cdot \cos(x)}{\sin^2 x}$ . Sie kann so eingegeben werden:  $2*x/\sin(x) - (x^2+4)*\cos(x)/\sin(x)^2$

Abb. 1: Beispiel eines eingabespezifischen Feedbacks

Durch STACK lassen sich Aufgabenformate implementieren, die über reine Kalkülorientierung hinausgehen, sodass auch konzeptuelles Wissen abgebildet werden kann (Sangwin, 2013). Eine aus fachdidaktischer Sicht relevante „Öffnung“ von Aufgaben ist durch die CAS-Anbindung von STACK umsetzbar (Kallweit, 2016), sodass Aufgaben so formuliert werden können, dass eine Vielzahl möglicher korrekter Antworten existiert (Abb. 2).

Geben Sie ein Beispiel für eine Funktion  $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  an, die an der Stelle  $x = 0$  stetig, aber nicht differenzierbar ist.

Abb. 2: Beispiel eines offenen Aufgabenformats nach Kallweit (2016)

Ein weiterer Nutzen, der sich durch die Verwendung von STACK ergibt, ist die Möglichkeit, innerhalb der Aufgaben Variablen, Funktionstypen oder Terme zu randomisieren. Dadurch erhalten die Studierenden ähnliche, aber nicht identische Aufgabenbeispiele zu einem gestellten Aufgabenformat, die zum Üben verwendet werden können, sodass die jeweilige Stammaufgabe mehrfach bearbeitet werden kann.

### Projekt TUWAS an der TU Darmstadt

Das Projekt „TUWAS“ (Technische Universität Darmstadt – Webbasierte Aufgabensammlung mit STACK) startete im August 2019 und wird gefördert durch das hessenweite Projekt „Digital gestütztes Lehren und Lernen in

Hessen“. Ziel des Hessenprojektes ist es, Studierenden einen Zugang zu kostenfreien und qualitätsgesicherten digitalen Lehrinhalten und digitalen gestützten Lehr-Lernformaten zu ermöglichen. An der TU Darmstadt wird im Rahmen des Projekts TUWAS eine digitale Aufgabensammlung konzipiert, erprobt und evaluiert. Thematisch orientieren sich die Aufgaben an die Veranstaltung „Mathematik I für Maschinenbau“ und sollen zum Wintersemester 2020/2021 erstmals eingesetzt werden. Folgende Fragestellungen sollen durch den Einsatz der digitalen Aufgabensammlung in dieser Lehrveranstaltung beantwortet werden:

- Inwiefern werden Tutorinnen und Tutoren hinsichtlich der Korrektur entlastet?
- Inwiefern setzen sich die Studierenden mit den Aufgaben und dem Feedback auseinander?
- Hat das implementierte Feedback der Aufgaben Effekte auf den Lernerfolg der Studierenden?

Am Beispiel ausgewählter Aufgaben sollen die Chancen und Grenzen digitaler Aufgaben anhand dieser Fragestellungen diskutiert werden.

## Literatur

- Abel, H. & Weber, B. (2014). 28 Jahre Esslinger Modell – Studienanfänger und Mathematik. In Biehler, R. et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung in Mathematik* (S. 9-19). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Kallweit, M. (2016). CAS-unterstütztes Assessment von Mathematik. *Computeralgebra-Rundbrief* Vol. 59. Berlin: Gesellschaft für Informatik e.V., Fachgruppe Computeralgebra.
- Nicol, D. J. & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education* Vol. 31, No. 2, 199-218. London: Routledge.
- Sangwin, C. J., (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Schaub, M. (2019). Erhöhung der Validität und der Fehleraufklärungsquote digitaler diagnostischer Testaufgaben durch STACK. *Contributions to the 1st International STACK conference 2018*. Friedrich-Alexander-Universität: Erlangen-Nürnberg: Fürth, Germany.
- Schulmeister, R. & Metzger, C. (2011). Die Workload im Bachelor: Ein empirisches Forschungsprojekt. In Schulmeister, R. & Metzger, C. (Hrsg.), *Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten. Eine empirische Studie* (S. 13-128). Münster: Waxmann.